



TUGAS AKHIR - ME 141501

**KAJIAN TEKNIS PERUBAHAN VARIASI PELETAKAN FINS UNDER SHIP
TERHADAP STABILITAS DAN DAYA PADA KAPAL PATROLI**

GUFRON HERLAMBANG

NRP 4214 106 015

Dosen Pembimbing :

Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST, MRINA)

Ir. Amiadji M.M. M.Sc

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



FINAL PROJECT - ME 141501

**TECHNICAL STUDY ABOUT CHANGING THE PLACEMENT VARIATION OF
FINS UNDER SHIP ON STABILITY AND POWER IN PATROL SHIP**

GUFRON HERLAMBANG

NRP 4214 106 015

Supervisor :

Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST, MRINA)

Ir. Amiadji M.M. M.Sc

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING

Faculty of Ocean Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN TEKNIS PERUBAHAN VARIASI PELETAKAN FINS UNDERSHIP TERHADAP STABILITAS DAN DAYA PADA KAPAL PATROLI

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Manufacturing and Design
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

GUFRON HERLAMBAK

NRP 4214 106 015

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST, MRINA)

NIP. 1968 0928 1991 02 1001

Ir. Amiadji M.M. M,sc.

NIP. 1961 0324 1988 03 1001



SURABAYA, JULI 2017

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN TEKNIS PERUBAHAN VARIASI PELETAKAN FINS UNDERSHIP TERHADAP STABILITAS DAN DAYA PADA KAPAL PATROLI

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Marine Manufacturing and Design
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

GUFRON HERLAMBAANG

NRP 4214 106 015

Disetujui Oleh

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST., MT.

NIP. 19970802 2008 01 1007

Surabaya, Juli 2017

KAJIAN TEKNIS PERUBAHAN VARIASI PENEMPATAN FINS UNDER SHIP TERHADAP STABILITAS DAN DAYA PADA KAPAL PATROLI

Nama : Gufron Herlambang
NRP : 4214 106 015
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST,
MRINA)
: Ir. Amiadji M.M, M. Sc

Abstrak

Fins adalah suatu alat berbentuk seperti sayap dan terletak pada sisi bawah lambung kapal, pada kapal cepat patroli berfungsi untuk stabilitas dan meningkatkan kecepatan kapal dan untuk kapal niaga berfungsi sebagai stabilitas agar muatan yang di bawa seimbang. Dalam peningkatan stabilitas dan kecepatan yang akan dihasilkan yaitu dengan mengaplikasikan fins under ship .

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic), dan yang divariasi adalah dari model fins dan penempatan fins under ship serta memvariasikan sudut fins. Berdasarkan dari pengujian fins akan di variasikan dengan sudut 30°, 36° dan 40°.

Kata Kunci : Fins, Stabilitas, Daya, Kapal patroli

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

TECHNICAL STUDY ABOUT CHANGING THE PLACEMENT VARIATION OF FINS UNDER SHIP ON STABILITY AND POWER IN PATROL SHIP

Name : Gufron Herlambang
NRP : 4214 106 015
Department : Teknik Sistem Perkapalan
Supervisor : Ir. AgoesSantoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST,MRINA).
: Ir. Amiadji M.M, M. Sc

Abstract

Fins are a device shaped like wings and located on the hull side of the ship, on fast patrol boats its has function for stability and increasing ship speed and for commercial ships its has function to improve stability in order to carry heavy loads .Increasing stability and speed will be produced by applying fins under ship.

The method used in this study using CFD (Computational Fluid Dynamic), and the variation are from the fins model, the placement of fins under ship and from angle variation of fins. Based on the fins test variation of angle will be 30°, 36° and 40°.

Keywords: Fins, Stabilitas, Power, Patrol Ship

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam tidak lupa saya ucapkan ke junjungan Nabi besar Muhammad Rasulullah SAW.

Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Kepada Tuhan yang maha esa yang selalu memberikan kemudahan untuk saya.
- Ayah Zainuri selagi sakit struk tetapi selalu memberi motivasi, Ibu Sriwinarsih, Orang tua saya yang selalu mendukung dan berdoa untuk saya.
- Bpk. DR. Eng. M. Badrus Zaman, ST.,MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
- Bpk. Dhimas Widhi H, ST., M.Sc. Selaku Dosen wali.
- Bpk. Ir. Agoes Santoso, MSc., MPhil., CEng. (FIMarEST, MRINA)
- Bpk. Ir. Amiadji M.M. M.sc selaku Dosen Pembimbing II.

- Teman seperjuangan Lintas jalur Teknik Sistem Perkapalan angkatan 2014 semester ganjil.
- Bpk. Sutaji segenap keluarga besar yang selalu mendukung dan memberikan semangat.
- Daisy Detya yang selalu memberi semangat menyelesaikan tugas akhir ini dan memberikan dukungan kepada saya.
- Bayu Sukma Cahyono, Alriga, Eko Setyo Widodo, Leni Apriliyani yang selalu memberikan dukungan untuk saya.
- Teman – Teman kontrakan Kasdi Group yang membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
- Teman – Teman Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya Shipbuilding 2011
- Serta seluruh orang yang mendukung terselesaikannya tugas akhir ini.

Semoga dengan selesainya Tugas Akhir ini dapat menambah wawasan serta ilmu yang bermanfaat bagi para pembaca sekalian.

Akhir kata terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya,
Penyusun.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
 BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....	3
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	5
2.2 Pengertian Kapal Perang	5
2.3 Pengertian Stabilitas	7
2.3.1 Macam – Macam Stabilitas	10
2.3.2 Titik Penting Dalam Stabilitas Kapal..	16
2.3.3 Momen Penegak (<i>Righting Moment</i>) dan Lengan Penegak (<i>Righting Arms</i>) .	18
2.3.4 Periode Oleng (<i>Rolling Periode</i>)	21
2.3.5 Perangkat Stabilitas Kapal.....	22
2.4 <i>Fins Stabilizer</i>	22
2.4.1 <i>Fin stabilizer active system</i>	23
2.5 Software Bantuan	27
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Studi Pendahuluan.....	29
3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	30
3.3 Study Literatur.....	31
 BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Utama Kapal	33
4.2 Redesign Kapal.....	37

4.3	Analisa Daya Kapal	37
4.4	Simulasi CFD	38
4.4.1	Simulasi Computational Fluid Dynamic	39
a.	Variasi Sudut 30°	39
b.	Variasi Sudut 36°	41
c.	Variasi Sudut 40°	43
4.5	Hasil Analisa Daya	45
4.6	Hasil Analisa Stabilitas Kapal	45
4.7	Hasil nilai Stabilitas tanpa fins	46
4.7.1	Hasil nilai stabilitas variasi sudut 30° .	48
4.7.2	Hasil nilai Stabilitas variasi sudut 36° .	49
4.7.3	Hasil nilai Stabilitas variasi sudut 40° .	51
4.8	Validasi proses simulasi	53
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	55
DAFTAR PUSTAKA		57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kestimbangan Stabil (<i>Stable Equilibrium</i>) (<i>Ship Stability for Masters and Mates, 2006</i>).....	8
Gambar 2.2 Kestimbangan Labil (<i>Unstable Equilibrium</i>) (<i>Ship Stability for Masters and Mates, 2006</i>).....	9
Gambar 2.3 Kestimbangan Netral (<i>Ship Stability for Masters and Mates, 2006</i>).....	10
Gambar 2.4 Kapal Pada Kondisi <i>Even Keel</i> (<i>Ship Stability for Masters and Mates, 2006</i>).....	11
Gambar 2.5 Kapal Pada Kondisi <i>Trim</i> (<i>Ship Stability for Masters and Mates, 2006</i>).....	12
Gambar 2.6 Titik Berat Kapal (<i>Ship Stability for Masters and Mates, 2006</i>).....	15
Gambar 2.7 Titik Apung Kapal (<i>Ship Stability for Masters and Mates, 2006</i>).....	16
Gambar 2.8 Diagram stabilitas kapal, pusat gravitasi (<i>G</i>).....	16
Gambar 2.9 Kurva GZ	20
Gambar 2.10 Penempatan Fin Stabilizer pada kapal.....	24
Gambar 2.11 Diagram block fin stabilizer	26
Gambar 4.1 Lambung kapal tanpa fins	37
Gambar 4.2 penggambaran menggunakan software autocad, fins dengan sudut 30°.....	39
Gambar 4.3 Variasi fins dengan sudut 30°.....	40
Gambar 4.4 penggambaran menggunakan software autocad, fins dengan sudut 36°.....	41
Gambar 4.5 Variasi fins dengan sudut 36°.....	42
Gambar 4.6 penggambaran menggunakan software autocad fins dengan sudut 40°	43
Gambar 4.7 Variasi fins dengan sudut 40°.....	44
Gambar 4.8 Kecepatan 28 kn	44

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Kontrol Kecepatan.....	26
Tabel 4.1 Tabel Maker	33
Tabel 4.2 Nilai hasil daya dengan kecepatan 28 kn	38
Tabel 4.3 Variasi sudut fins.....	39
Tabel 4.4 Hasil nilai dari kecepatan 28 kn	41
Tabel 4.5 Hasil nilai dari kecepatan 28 kn	43
Tabel 4.6 Hasil nilai kecepatan 28 kn	45
Tabel 4.7 Hasil nilai semua simulasi daya	45
Tabel 4.8 Total nilai loadcase tanpa fins	47
Tabel 4.9 Total nilai loadcase sudut 30°.....	49
Tabel 4.10 Total nilai loadcase sudut 36°.....	50
Tabel 4.11 Total nilai loadcase sudut 40°.....	52
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Validasi Daya.....	53
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Validasi Stabilitas	54

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai latar belakang permasalahan, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, serta sistematis penulisan dalam Tugas Akhir ini.

1.1. Latar Belakang

Kapal merupakan alat transportasi yang sangat diperlukan saat ini, mengingat kebutuhan masyarakat dan industri yang semakin pesat. Sebuah kapal cepat bisa dikatakan efektif dan efisien apabila kapal cepat tersebut memiliki nilai tahanan yang relatif kecil dan mampu mencapai pada kecepatan service yang ditentukan. Semakin cepat sebuah kapal menempuh jarak yang dituju maka kapal tersebut semakin efisien. Pada masa ini banyak modifikasi yang dan perlakuan yang dilakukan terhadap sebuah kapal demi memenuhi kebutuhan tersebut. Modifikasi yang dilakukan adalah adanya penambahan fin pada area dibawah lambung kapal, penambahan pada bagian ini dilakukan dengan tujuan mengarahkan aliran fluida dibawah lambung kapal yang mengarah pada propeller dan kapal lebih cepat dan setabil.

Penambahan fin diharapkan mampu memperkecil tahanan viskositas kapal, penelitian ini mengkaji jarak fin under ship, dari penelitian ini akan diketahui apakah peletakan jarak fin under ship mempengaruhi kecepatan dan stabilitas kapal. Pada penelitian ini juga membuktikan bagaimana arah aliran fluida yang terletak dibawah lambung kapal apakah selaras menuju propeller atau menimbulkan trubulensi baru pada area bawah lambung kapal, dari penilitian ini diharapkan akan didapatkan data seberapa besar pengaruh fin under ship terhadap stabilitas dan kecepatan kapal yang nantinya dapat digunakan sebagai acuan dalam peletakan dan modifikasi lambung yang lebih efektif dan efisien.

Badan kapal biasanya panjang dan simetris terhadap bidang tengah memanjang kapal. Pada umumnya dibagia tengah kapal berbentuk persegi panjang dengan kedua sudut dibawahnya dibulatkan. Dihaluan dan buritan mendekati huruf v, dalam dunia industri seperti kapal kargo, tangker, kontainer cenderung memiliki lambung yang lebar disebabkan kapal tersebut harus mengangkut barang – barang untuk didistribusikan ke pulau – pulau, berbeda lagi dengan kapal cepat atau kapal patroli yang memiliki lambung lebih ramping dan ringan hal tersebut dissuakian dengan penggunaan kapal itu sendiri, maka dari

itu penambahan fin sangat banyak untungnya bagi kapal – kapal industri maupun kapal patroli.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan dalam Tugas Akhir ini adalah analisa pemilihan *sudut fins*, dan sejauh mana mempengaruhi stabilitas dan daya kapal?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Kapal yang diamati adalah Kapal Cepat 60M yang sedang dibangun di PT.PAL INDONESIA(Persero).
2. Pembahasan dalam tugas akhir ini fokus pada penempatan *fin stabilizer* pada kapal cepat 60M.
3. Tidak menganalisa getaran kapal yang terjadi akibat adanya *fin stabilizer*.
4. *Fin stabilizer* yang digunakan type *Fin stabilizer* non retractable
5. Analisa ini akan menggunakan software berbasis komputer untuk modelnya dan untuk penempatan *fin stabilizer* menggunakan simulasi CFD(*Computational Fluid Dynamics*).

1.4. Tujuan

Tujuan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Mendapatkan perbandingan stabilitas dan daya kapal patroli sebelum dan sesudah dipasang fins under ship.

1.5. Manfaat

Penulisan skripsi ini diharapkan mampu membawa manfaat sebagai literature dunia kemaritiman dalam bidang keamanan transportasi laut dan dapat dijadikan salah satu referensi untuk melanjutkan penelitian mengenai peletakan fin under ship.

1.6. Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menjelaskan dasar teori yang digunakan penulis dalam mengerjakan tugas akhir. Berisi bentuk umum model fins under ship dan pembahasan stabilitas dan daya. Selanjutnya, dibahas mengenai tahapan pembentukan model dan metode yang digunakan dengan bantuan *software* CFD (*Computational Fluid Dynamic*)

BAB III METODOLOGI TUGAS AKHIR

Menjelaskan alur kerja dan metode yang digunakan penulis dalam mengerjakan tugas akhir. Gambaran umum mengenai analisa pemodelan dan sudut fins, dengan bantuan *software* CFD (*Computational Fluid Dynamic*)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Menyajikan tentang analisa data dan pembahasan dalam pembentukan model bentuk fins dan sudut, dengan bantuan *software* CFD (*Computational Fluid Dynamic*)

BAB V KESIMPULAN

Berisi kesimpulan dari hasil analisis data dalam Tugas Akhir ini.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini dibahas teori-teori yang terkait dengan permasalahan dalam Tugas Akhir ini. Pertama, membahas mengenai kapal patroli, stabilitas kapal. Selanjutnya, dibahas mengenai kriteria pembentukan model dan metode yang digunakan dengan batuan *software* CFD (*Computational Fluid Dynamic*)

2.1. Umum

Kapal merupakan salah satu alat transportasi yang digunakan untuk keperluan dijalur perairan dan digunakan untuk berbagai kepentingan, baik transportasi manusia maupun transportasi barang. Berbagai teknologi diuji demi mendapatkan desain kapal terbaik dan efektif dalam hal operasional kapal, *Fins* atau sirip merupakan penambahan komponen pada kedua sisi lambung kapal untuk menjaga stabilitas kapal ketika terjadinya *rolling* dan dipasang pada area bilga untuk menjaga kondisi kapal tetap stabil [1].

Sirip bilga yang terpasang mempunyai tujuan sebagai penstabil kapal apabila kapal mengalami keadaan *rolling* yang berlebihan. Pada penulisan tugas akhir ini akan menganalisa penempatan *fins* pada lambung kapal sebagai salah satu cara meningkatkan performa dan kecepatan kapal. Dengan adanya *fins* atau sirip ini diharapkan mampu meningkatkan laju aliran fluida dan tahanan kapal yang paling optimal.

2.2. Pengertian Kapal Perang

Kapal perang adalah kapal yang digunakan khusus untuk kepentingan dan keperluan militer atau angkatan laut. Kapal perang biasanya dilengkapi dengan senjata mulai meriam, roket, rudal dan peralatan perang lainnya yang mendukung, sebagai sarana dan prasarana komunikasi, pendeteksi atau radar, sonar, radio, dan

navigasi di lautan. Terdapat berbagai jenis kapal perang berdasarkan era dan generasinya :

a. Kapal induk

Kapal induk adalah kapal komando yang berfungsi menjadi pusat komando pada waktu menjalankan misi atau operasi. Kapal komando memiliki ukuran yang sangat besar, didalamnya terdapat pesawat tempur yang berjumlah banyak untuk memindahkan armada kapal udara angkatan laut untuk mendukung operasi yang sedang dilakukan dilautan.

b. Kapal Selam

Kapal selam adalah kapal perang yang bergerak dibawah permukaan laut, kapal perang jenis ini digunakan untuk mengawasi atau patrol dan juga biasa digunakan untuk sebuah penelitian yang dilakukan didasar laut.

c. Kapal Patroli

Kapal patrol adalah kapal perang yang digunakan untuk mengawasi wilayah perairan. Kapal Patroli digunakan juga oleh Republik Indonesia untuk mengawasi wilayah yang dikelilingi oleh lautan.

d. Kapal Siluman

Seperti namanya kapal perang jenis ini adalah kapal perang yang keberadaannya tidak bisa ditangkap oleh radar. Jika dilihat dari tampilannya, kapal jenis ini seperti layaknya kapal-kapal biasa, tidak seperti kapal perang lainnya yang dilengkapi dengan peralatan militer, sehingga tidak membahayakan.

e. Kapal kombatan

Kapal perang kombatan adalah kapal perang yang difasilitasi dengan persenjataan dan perlengkapan khusus pertempuran di lautan, kapal perang jenis ini digunakan langsung untuk kepentingan perang.

2.3 Pengertian Stabilitas

Stabilitas kapal adalah kemampuan sebuah kapal untuk kembali ke posisi semula (setimbang) setelah mengalami kemiringan akibat gaya yang berasal dari dalam maupun luar kapal. kesetimbangan kapal dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu [2] :

a. Kesetimbangan Stabil (*Stable Equilibrium*)

Kapal mempunyai kesetimbangan stabil jika mampu kembali ke posisi kesetimbangan semula setelah mengalami kemiringan. Salah satu yang harus terpenuhi adalah GM harus positif. Seperti pada gambar 2.1.

Momen untuk mengembalikan kapal ke dalam kondisi tegak disebut dengan *Moment Of Statical Stability*. Dengan rumus sebagai berikut :

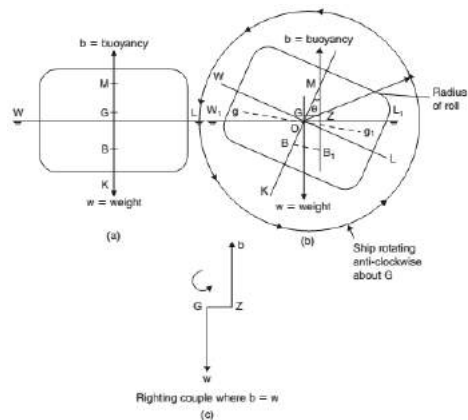
$$\text{Moment of Statical Stability} = W \times GZ \text{ (tonnes-metres)}$$

$$GZ = GM \times \sin \theta$$

$$\text{Moment of Statical Stability} = W \times GM \times \sin \theta \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

GZ = lengan momen (*Righting Lever*); jarak perpendicular antara titik berat kapal dengan garis vertikal yang melalui titik apung (*centre of buoyancy*).

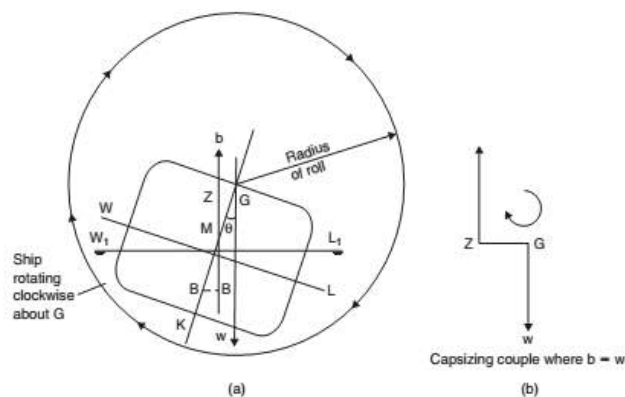


Gambar 2.1 Kestimbangan Stabil (*Stable Equilibrium*)

(*Ship Stability for Masters and Mates, 2006*)

b. Kestimbangan Labil (*Unstable Equilibrium*)

Jika suatu kapal mendapat kemiringan kecil tetapi terdapat kecenderungan kapal tersebut mengalami kemiringan yang lebih, maka kapal tersebut dikatakan mempunyai kestimbangan yang labil. Pada kondisi ini GM kapal adalah negatif (atau titik G berada di atas titik M). Seperti pada gambar 2.2



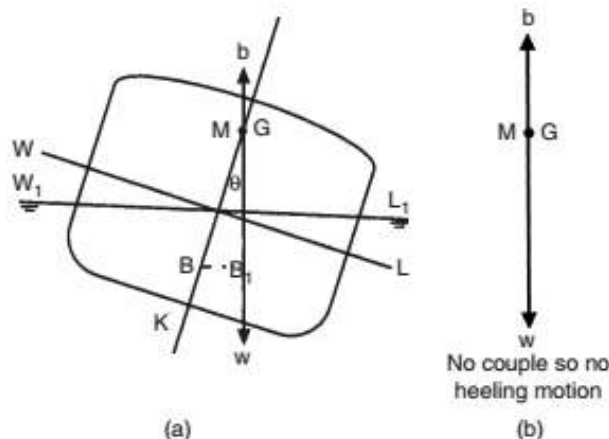
Gambar 2.2 Kestimbangan Labil (*Unstable Equilibrium*)

(*Ship Stability for Masters and Mates, 2006*)

c. **Kesetimbangan Netral (*Neutral Equilibrium* atau *Indifferent Equilibrium*)**

Kesetimbangan netral adalah kondisi jika sebuah kapal dimiringkan dengan sudut kecil, kapal tersebut akan tetap berada pada kondisi tersebut sampai dikenai gaya-gaya luar. Pada kondisi ini G berimpit dengan M .

$GZ = 0$, $KG = KM$. Kondisi ini digambarkan pada gambar 2.3 Tidak akan ada momen yang dapat mengembalikan kapal kembali ke posisi tegak atau untuk membuatnya lebih mengalami kemiringan.



Gambar 2.3 Kesetimbangan Netral

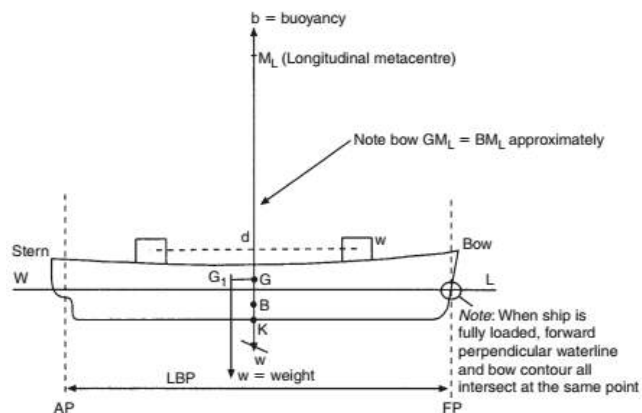
(*Ship Stability for Masters and Mates*, 2006)

2.3.1. Macam-Macam Stabilitas

a. Stabilitas Memanjang

Trim adalah istilah yang identik dengan stabilitas memanjang kapal. Trim dapat disebabkan adanya perbedaan sudut antara *draft* (sarat) bagian haluan dan buritan kapal. Jika tidak ada perbedaan antara *draft* haluan dan *draft* buritan maka kapal pada kondisi *even keel*. Jika *draft* haluan lebih besar dari

draft buritan maka kapal mengalami *trim by the bow*. Jika *draft* buritan lebih besar dari *draft* haluan maka kapal mengalami *trim by the stern*. Contoh kapal dalam keadaan *even keel* dan kondisi trim bisa dilihat pada gambar 2.4. dan 2.5.



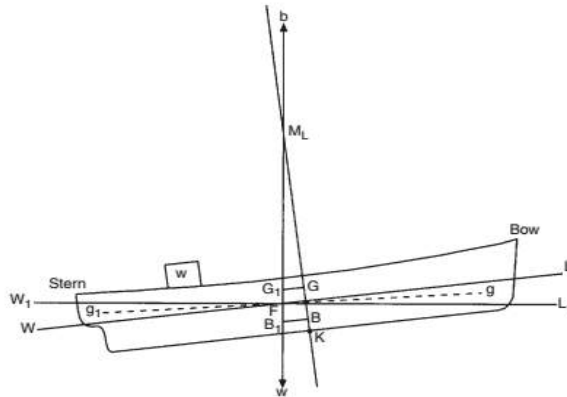
Gambar 2.4 Kapal Pada Kondisi Even Keel

(Ship Stability for Masters and Mates, 2006)

Pada gambar 2.4, muatan (W) yang berada di dalam tangki muat mengalami pergeseran ke bagian buritan dengan jarak (d), posisi titik berat kapal (*center of gravity*) akan bergeser dari G ke G₁. Maka dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$GG_1 = \frac{w \times d}{W}$$

$$W \times GG_1 = w \times d \dots\dots\dots \text{trimming moment} \dots\dots\dots (2.2)$$



Gambar 2.5 Kapal Pada Kondisi Trim

(*Ship Stability for Masters and Mates*, 2006)

Ketika kapal mengalami trim (gambar 2.5), titik apung kapal (*bouyancy*) LFL1 terapung dan WFW1 tenggelam. Volume dari bagian yang tenggelam = volume bagian yang terapung. F adalah titik kapal mengalami trim, yaitu posisi titik berat dari *water plane area* (*center of flotation or tipping area*). M_L (*longitudinal metacentre*) adalah titik perpotongan vertikal dan horizontal dari titik apung kapal (*bouyancy*). Sedangkan jarak vertikal titik berat (*center of gravity*) dan *longitudinal metacentre* disebut *longitudinal metacentric height* (GM_L).

BM_L adalah tinggi dari *longitudinal metacentre* diatas *center of bouyancy*. BM_L berdasarkan tipe kapal dapat dicari menggunakan formula sebagai berikut :

$$BML = \frac{I_L}{V} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

I_L = *longitudinal second moment dari water-plane*

V = Volume displacemen kapal (ton)

Turunan dari rumus diatas sama dengan cara untuk menemukan *transversal* BM.

Untuk *rectangular water-plane area*

$$I = \frac{BL^3}{12} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

L = panjang *water-plane* (m)

B = lebar *water plane* (m)

a. Rectangular Water Plane

$$BML = \frac{BL^3}{12V} \dots\dots\dots (2.5)$$

b. Kapal Box-Shaped

$$\begin{aligned} BML &= \frac{IL}{V} \\ &= \frac{BL^3}{12V} \\ &= \frac{BL^3}{12 \times L \times B \times d} \end{aligned}$$

$$= \frac{L^2}{12d} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

L = panjang kapal (m)

d = sarat kapal (m)

c. Kapal *Triangular-Prisma*

$$BML = \frac{IL}{V}$$

$$= \frac{BL^3}{12 \times \frac{1}{2} \times L \times B \times d}$$

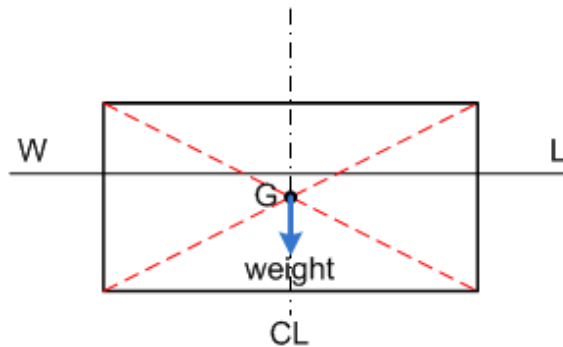
$$BML = \frac{L^2}{6d} \dots\dots\dots (2.7)$$

b. Stabilitas Melintang

Pada stabilitas melintang terdapat dua fokus kondisi yang dialami oleh kapal, yaitu *heel* dan *keel*. *Heel* adalah suatu kondisi kapal mengalami kemiringan yang diakibatkan oleh pengaruh gaya luar (angin, gelombang). *Keel* adalah kondisi kapal mengalami kemiringan yang diakibatkan adanya gaya internal (pemindahan berat/muatan secara melintang).

Titik berat (*centre of gravity*, G); suatu titik dimana pada titik tersebut bekerja gaya gravitasi dengan arah vertikal ke bawah. Besarnya gaya gravitasi sama dengan berat kapal. Seperti terlihat pada gambar 2.6.

$KG = VCG$ kapal.



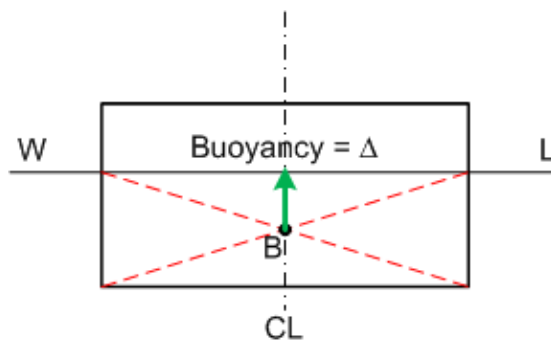
Gambar 2.6 Titik Berat Kapal

(Ship Stability for Masters and Mates, 2006)

Titik apung (*centre of buoyancy, B*); titik dimana pada titik tersebut bekerja suatu gaya apung yang bekerja vertikal ke atas. Atau bisa disebut dengan titik berat dari volume yang tercelup. Seperti terlihat pada gambar 2.7.

$KB = VCB$ kapal

Besarnya = berat air yang dipindahkan.

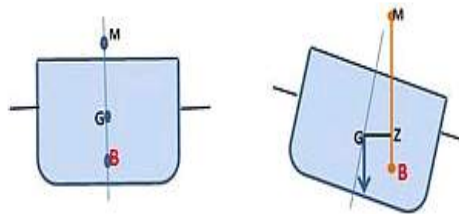


Gambar 2.7 Titik Apung Kapal

(Ship Stability for Masters and Mates, 2006)

Untuk dapat mengapung dengan baik pada kondisi air tenang, sebuah kapal harus mampu memindahkan sejumlah berat air (volume tercelup), dan letak titik berat (G) pada satu garis vertikal yang sama dengan titik apung (B).

2.3.2. Titik Penting Dalam Stabilitas Kapal



Gambar 2.8 Diagram stabilitas kapal, pusat gravitasi (G), pusat daya apung (B), dan metacenter (M) pada posisi kapal tegak dan miring. Sebagai catatan G pada posisi tetap sementara B dan M berpindah kalau kapal miring.

Titik-titik penting dalam stabilitas antara lain adalah titik berat (G), titik apung (B) dan titik M. [3] :

a. Titik Berat (Centre of Gravity)

Titik berat (*center of gravity*) dikenal dengan titik G dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari semua gaya-gaya yang menekan ke bawah terhadap kapal. Letak titik G ini di kapal dapat diketahui dengan meninjau semua pembagian bobot di kapal, makin banyak bobot yang diletakkan di bagian atas maka makin tinggilah letak titik G nya. Secara definisi titik berat (G) ialah titik tangkap dari semua gaya – gaya yang bekerja kebawah. Letak titik G pada kapal kosong ditentukan oleh hasil percobaan stabilitas. Perlu diketahui bahwa, letak

titik G tergantung daripada pembagian berat dikapal. Jadi selama tidak ada berat yang di geser, titik G tidak akan berubah walaupun kapal oleng atau mengangguk.

b. Titik Apung (Centre of Buoyance)

Titik apung (*center of buoyancy*) diikenal dengan titik B dari sebuah kapal, merupakan titik tangkap dari resultan gaya-gaya yang menekan tegak ke atas dari bagian kapal yang terbenam dalam air. Titik tangkap B bukanlah merupakan suatu titik yang tetap, akan tetapi akan berpindah-pindah oleh adanya perubahan sarat dari kapal. Dalam stabilitas kapal, titik B inilah yang menyebabkan kapal mampu untuk tegak kembali setelah mengalami senget. Letak titik B tergantung dari besarnya senget kapal (bila senget berubah maka letak titik B akan berubah / berpindah. Bila kapal menyenget titik B akan berpindah kesisi yang rendah).

c. Titik Metasentris

Titik metasentris atau dikenal dengan titik M dari sebuah kapal, merupakan sebuah titik semu dari batas dimana titik G tidak boleh melewati di atasnya agar supaya kapal tetap mempunyai stabilitas yang positif (stabil). Meta artinya berubah-ubah, jadi titik metasentris dapat berubah letaknya dan tergantung dari besarnya sudut senget. Apabila kapal senget pada sudut kecil (tidak lebih dari 150), maka titik apung B bergerak di sepanjang busur dimana titik M merupakan titik pusatnya di bidang tengah kapal (*centre of line*) dan pada sudut senget yang kecil ini perpindahan letak titik M masih sangat kecil, sehingga masih dapat dikatakan tetap.

Keterangan :

K = lunas (*keel*)

B = titik apung (*buoyancy*)

G = titik berat (*gravity*)

M = titik metasentris (*metacentris*)

d = sarat (*draft*)

D = dalam kapal (*depth*)

CL = *Centre Line*

WL = *Water Line*

2.3.3. Momen Penegak (*Righting Moment*) dan Lengan Penegak (*Righting Arms*)

Momen penegak adalah momen yang akan mengembalikan kapal ke kedudukan tegaknya setelah kapal miring karena gaya-gaya dari luar dan gaya-gaya tersebut tidak bekerja lagi [Rubianto, 1996]. Pada waktu kapal miring, maka titik B pindah ke B1, sehingga garis gaya berat bekerja ke bawah melalui G dan gaya ke atas melalui B1. Titik M merupakan busur dari gaya-gaya tersebut. Bila dari titik G ditarik garis tegak lurus ke B1M maka berhimpit dengan sebuah titik Z. Garis GZ inilah yang disebut dengan lengan penegak (*righting arms*). Seberapa besar kemampuan kapal tersebut untuk menegak kembali diperlukan momen penegak (*righting moment*). Pada waktu kapal dalam keadaan senget maka displasemennya tidak berubah, yang berubah hanyalah faktor dari momen penegaknya. Jadi bisa artinya nilai GZnyalah yang berubah karena nilai momen penegak sebanding dengan besar kecilnya nilai GZ, sehingga GZ dapat dipergunakan untuk menandai besar kecilnya stabilitas kapal.

Nilai GZ sangat penting dalam menentukan stabilitas statis kapal. Pembahasan tentang stabilitas statis terkait erat dengan perhitungan nilai GZ atau lengan penegak pada kapal [4]. Kurva GZ menunjukkan hubungan antara

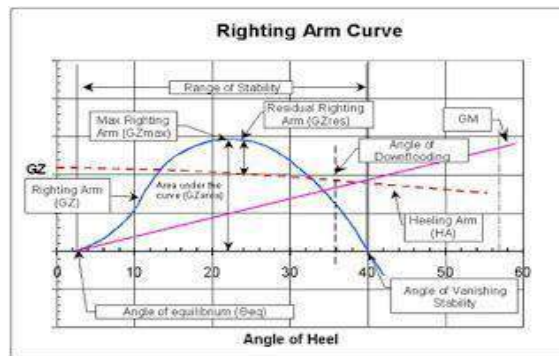
lengan penegak pada berbagai variasi sudut kemiringan pada perubahan berat yang konstan. kurva stabilitas statis sebuah kapal memuat nilai lengan pengembali (GZ) yang dibandingkan terhadap sudut kemiringan. Seperti yang terlihat pada gambar 2.9

Untuk menghitung nilai GZ sebagai berikut:

$$\sin x = GZ/GM$$

$$GZ = GM \times \sin x \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Moment penegak} = W \times GZ \dots\dots\dots(2.9)$$



Gambar 2.9. Kurva GZ

Dari kurva stabilitas statis GZ diperoleh informasi mengenai kondisi beberapa kriteria stabilitas antara lain :

1. Selang stabilitas (*the range of stability*), yaitu sudut selang dimana kapal memiliki nilai GZ positif
2. *The angel of vanishing stability*, yaitu sudut kemiringan dimana nilai GZ kembali ke nol atau sebesar sudut dimana nilai GZ berubah dari positif menjadi negative
3. Nilai maksimum GZ merupakan nilai sumbu x pada puncak tertinggi pada kurva stabilitas

4. Tinggi metacentra(GM), pada gambar diatas ditunjukkan oleh tinggi YZ.
Dimana titik Z bernilai $1 \text{ rad} \left(\frac{180}{\pi} \right)$
5. Area dibawah kurva menggambarkan kemampuan kapal untuk menyerap energi yang diberikan oleh angin, gelombang, dan gaya eksternal lainnya.
6. Luas dibawah kurva merupakan indikasi dari kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula / stabil. Semakin besar luas dibawah kurva maka semakin besar pula kemampuan kapal untuk mengatasi gaya – gaya yang membuat kapal terbalik.
7. Lengan kopel maksimum merupakan indikasi dari kemampuan kapal untuk kembali ke posisi stabil pada sudut aleng tertinggi

2.3.4. Periode Oleng (*Rolling Period*)

Periode Oleng (*Rolling Period*) adalah waktu yang diperlukan oleh kapal untuk melakukan satu kali oleng secara lengkap. Satu periode oleng lengkap adalah jangka waktu yang dibutuhkan mulai dari saat kapal tegak, miring ke kiri, tegak, miring ke kanan sampai kembali ke tegak. Periode oleng ini dapat kita gunakan untuk menilai ukuran stabilitas, dimana besaran periode oleng ini diusahakan sebesar 8 sampai 14 detik, karena pada saat stabilitas waktu tersebut manusia dapat menyesuaikan sehingga tidak menimbulkan mabuk laut. Hubungan antara tinggi metasentrik (GM) dengan periode oleng sebagai berikut :

$$T = 0,75 \times \frac{B}{GM} \quad (2.10)$$

dimana, T = periode oleng dalam detik

B = lebar kapal dalam meter

Yang dimaksud dengan periode oleng disini adalah periode oleng alami (*natural rolling*) yaitu olengan kapal air yang tenang.

$$\text{Rolling period } T \text{ (sec)} = \frac{2 \times \pi \times K}{\sqrt{g \times GM}} \quad \text{or} \quad 2\pi \sqrt{\frac{K^2}{gGM_T}} \\ \text{or} \quad 2 \sqrt{\frac{K^2}{GM_T}} \text{ seconds} \quad .(2.11)$$

K adalah jari-jari girasi dari bidang garis air pada saat oleng terhadap sumbu oleng. Besarnya nilai K rata-rata $0.35 \times B$

Besarnya tinggi metasenter :

<i>Ship type</i>	<i>GM at fully-loaded condition</i>
General cargo ships	0.30–0.50 m
Oil tankers	0.50–2.00 m
Double-hull supertankers	2.00–5.00 m
Container ships	1.50–2.50 m
Ro-Ro vessels	1.50 m approximately
Bulk ore carriers	2–3 m

2.3.5.

Perangkat

Stabilitas

Kapal

Ada beberapa perangkat yang digunakan untuk meningkatkan stabilitas kapal yaitu:

a. Sirip lambung

Sirip lunas atau disebut juga sebagai *Bilge keel* berfungsi untuk meningkatkan friksi melintang kapal sehingga lebih sulit untuk terbalik. Biasanya digunakan pada kapal dengan bentuk lambung V.

b. Tangki penyeimbang

Merupakan tangki yang berfungsi menstabilkan posisi kapal dengan mengalirkan air balast dari kiri ke kanan kalau kapal miring kekiri dan sebaliknya kalau miring kekanan.

c. Sirip stabiliser (*Fin stabilizer*)

Sirip stabiliser merupakan sirip di lunas kapal yang dapat menyesuaikan posisinya pada saat kapal oleng.

2.4 *Fin Stabilizer*

Sejak Perang Dunia II, stabilitas gerak rolling menggunakan *fin stabilizer* ditujukan untuk kapal penumpang. Namun setelah perkembangan teknologi penggunaan *fin* dapat juga digunakan di kapal perang. Jenis sistem *fin stabilizer* itu sendiri ada dua, yaitu :

a. *Fin stabilizer passive system*

Dimana ada sumber yang terpisah dari daya yang dibutuhkan dan tidak ada sistem kontrol khusus seperti *keel Bilge*, anti - bergulir tangki (pasif), sirip tetap dan sistem perpindahan berat bergerak pasif.

b. *Fin stabilizer active system*

Dimana saat gerak rolling kapal mengarah ke kiri maka fin kiri akan bergerak ke atas dan fin kanan bergerak ke bawah. Fin juga akan meneruskan moment melawan moment rolling kapal seperti sirip aktif, Anti - bergulir tangki (aktif), berat bergerak aktif & giroskop.

Pada tugas akhir kali ini jenis fin yang digunakan adalah *Fin stabilizer active system*

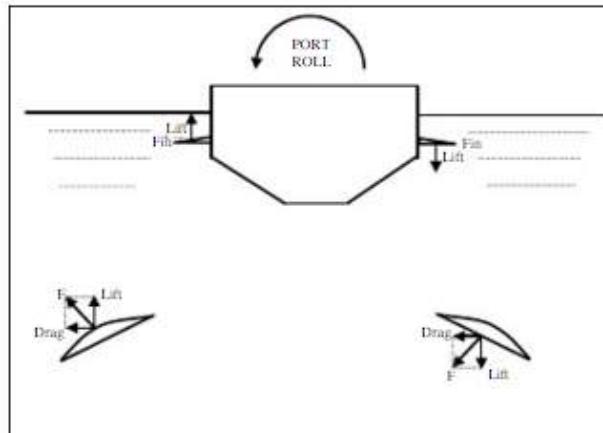
2.4.1 *Fin stabilizer active system*

Fin stabilizer active kapal adalah suatu peralatan *roll damping system* yang dipasang pada lambung kanan dan kiri kapal bagian bawah yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan kapal pada saat kapal berada di atas air dan bekerja berdasarkan prinsip pengontrolan posisi *fin*. Peralatan ini dimaksudkan untuk mengurangi pengaruh gerakan *roll* (oleng) kapal yang disebabkan oleh gelombang air laut. Tidak semua kapal dilengkapi dengan fin stabilizer dan rata – rata alat ini terdapat pada kapal perang, cruise dan kapal berbobot

besar/LLC. Tujuan dipasangnya *Fin Stabilizer* adalah untuk memberikan kenyamanan bagi penumpang atau ABK (Anak Buah Kapal) dan keamanan peralatan didalamnya serta peningkatan akurasi sistem senjata pada kapal perang, terutama pada kapal perang jenis kapal cepat dan tipe kapal patroli.

Fin stabilizer bekerja berdasarkan kecepatan kapal, dan amplitudo oleng kapal. Apabila kecepatan kapal rendah maka posisi alat ini akan mempunyai sudut yang lebar dan apabila kecepatan kapal tinggi maka sudut *fin stabilizer* harus kecil. Pada saat amplitudo oleng kapal tinggi maka sudut *fin stabilizer* akan besar dan apabila amplitudo oleng kapal rendah maka sudut *fin stabilizer* juga harus kecil. Amplitudo oleng kapal selalu berubah – ubah sehingga sudut *fin stabilizer* juga harus berubah mengikuti perubahan keduanya. Untuk mengatur besarnya sudut *fin stabilizer* berdasarkan kecepatan kapal dengan menggunakan *speed control switch* pada control panel. Data amplitudo dan periode oleng kapal dihasilkan oleh *rate gyro* terintegrasi langsung dengan sistem hidrolik dan mekanik dari *fin stabilizer*.

Posisi *fin stabilizer* dan penggeraknya pada badan kapal terlihat pada gambar 2.11. dibawah ini.



Gambar 2.10. Penempatan Fin Stabilizer pada kapal

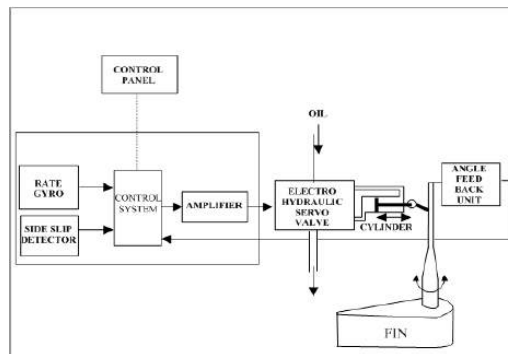
Fin stabilizer terdiri dari bagian – bagian besar, yaitu:

1. Dua sirip membentuk bagian dari lambung kapal, satu port side dan satu starboard side. Dua bagian sirip tersebut terhubung ke masing-masing ruang stabilizer dibagian sisinya masing-masing (port/stbd). setiap fin terdiri dari *fin box* yang didukung oleh penggeraknya. Setiap unit fin akan memberikan support untuk stabilitas kapal sekitar +/-25 derajat kemiringan kapal.
2. sistem hidraulik : gerakan kedua fin yang dikendalikan oleh tekanan hydraulic yang dihasilkan oleh *power pack assembly* dan terletak di ruang stabilizer port side dan starboard.
3. *Control panel* : suatu panel yang terdiri dari saklar dan indikator dimana merupakan bagian pemberi sinyal acuan atau referensi.
4. *Gyro panel unit* : merupakan bagian dari sistem *fin stabilizer* yang berfungsi sebagai pembangkit sinyal pengendali *fin stabilizer*.

Gyro panel unit terdiri dari tiga bagian pokok, yaitu :

- a) *Roll rate sensing gyro* dan damped position pendulum yang berfungsi mendeteksi setiap gerak oleng(*rolling*) kapal.

- b) *Summing amplifier*, unit ini menerima sinyal dari *roll rate sensing gyro* dan *damped position* yang kemudian dijumlahkan setelah melalui pengkondisian sinyal terlebih dahulu.
- c) *Fin control assy*, merupakan unit pengendali gerakan *fin stabilizer*
5. *Unit feed back* : terdiri dari sebuah unit yang berisikan transmitter dan potensiometer yang digerakkan oleh sebuah tuas. Tuas ini menghubungkan unit tersebut dengan poros fin, sehingga *transmitter* beserta potensinya akan bergerak sesuai gerakan/putaran poros fin. Unit ini akan mengirimkan posisi sudut fin ke *control panel* dan juga mengirimkan sinyal *feedback* ke *control unit*. Secara umum sistem fin stabilizer dapat dilihat pada gambar 2.11. dibawah ini.



Gambar 2.11. Diagram block fin stabilizer

Besar kecilnya gerakan oleng kapal selain dipengaruhi oleh alam juga dipengaruhi kecepatan dari kapal tersebut. umumnya pada kondisi alam normal, makin besar kecepatan gerak dari kapal, gerakan oleng dari kapal akan semakin kecil dan lunas kapal akan sedikit terangkat. Sehingga gerakan yang dihasilkan fin hanya akan membutuhkan sudut yang kecil pula.

Dikarenakan hal ini maka besar kecilnya sudut gerak maksimum dari fin kita atur berdasarkan kecepatan gerak dari kapal tersebut. alat pengatur besar kecil gerakan fin dapat ditemukan pada control panel, yaitu dengan mengatur skala dari speed dapat kita lihat dari tabel. 2.1 di bawah ini :

Tabel 2.1. kontrol kecepatan

Switch Position	1	2	3	4
Speed Knots	0-17	17-20	20-25	25-42
`	28°	19°	12°	8°

2.5 Software Bantuan

Untuk proses pengerjaan Analisa Teknis penempatan *Fin Stabilizer* pada kapal patroli cepat ini dibutuhkan *software* bantuan untuk membantu proses pengerjaannya. Disini *software* yang digunakan ada dua, yaitu:

1. Maxsurf Pro

Maxsurf Pro adalah program yang digunakan oleh Naval Architect dan Marine Engineer untuk membuat model (lines plan) dalam bentuk 3D, yang dapat memperlihatkan potongan station, buttock, shear dan 3D-nya pada pandangan depan, atas, samping dan prespektif. Selain digunakan untuk membuat Lines Plan kapal juga dapat digunakan untuk membuat bentuk 3D-lain seperti: pesawat, mobil dan produk industri lainnya. Proses pembuatan Lines Plan ini merupakan kunci utama suksesnya perancangan desain kapal sebelum model dilakukan analisa hidrodinamika, kekuatan struktur dan pendetailan lebih lanjut. Untuk membuat model kapal patroli cepat pada software Maxsurf Pro ini dapat dilakukan dengan cara membuat surface berdasarkan 4 tipe Bodyplan kapal frigate.

2. Simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamics*)

Simulasi adalah tiruan dari sebuah sistem dinamis dengan menggunakan model komputer yang digunakan untuk melakukan evaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Definisi lain dari simulasi adalah Cara untuk mereproduksi kondisi situasi, dengan menggunakan model untuk mempelajari, menguji, pelatihan, dan lain - lain. Simulasi merupakan teknik atau cara penyelesaian persoalan melalui pengolahan data operasi sistem imitasi untuk memperoleh data output penyelidikan atau percobaan penelitian sebagai bahan solusi persoalan ataupun sebagai bahan masukan dalam rangka pengembangan dan perbaikan struktur dan operasi sistem ril.

CFD merupakan analisa sistem yang melibatkan aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang terkait lainnya seperti reaksi kimia dengan menggunakan simulasi komputer. Metode ini meliputi fenomena yang berhubungan dengan aliran fluida seperti sistem liquid dua fase, perpindahan massa dan panas, reaksi kimia, dispersi gas atau pergerakan partikel tersuspensi. Program CFD yang digunakan disini adalah sebagai alat bantu pemodelan atas konfigurasi sistem penggerak yang akan dianalisa, baik itu untuk kondisi aktual / sebenarnya maupun konfigurasi rancangan yang akan dianalisa. Dari pemodelan ini nantinya akan diperoleh data yang kemudian akan dianalisa lebih lanjut sehingga hasil akhirnya dapat diperoleh sebagai acuan beberapa kondisi gerak oleng kapal, aliran, dan tahanan kapal pada tipe lambung kapal supply vessel yang paling optimal.

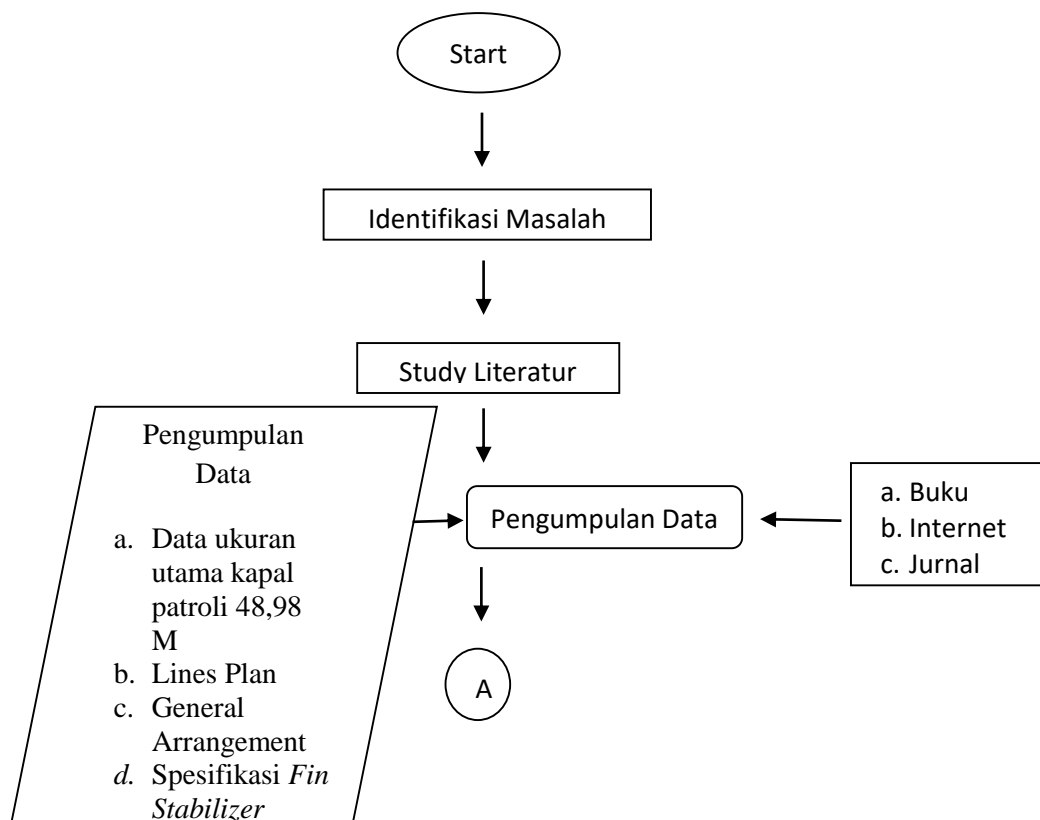
BAB III

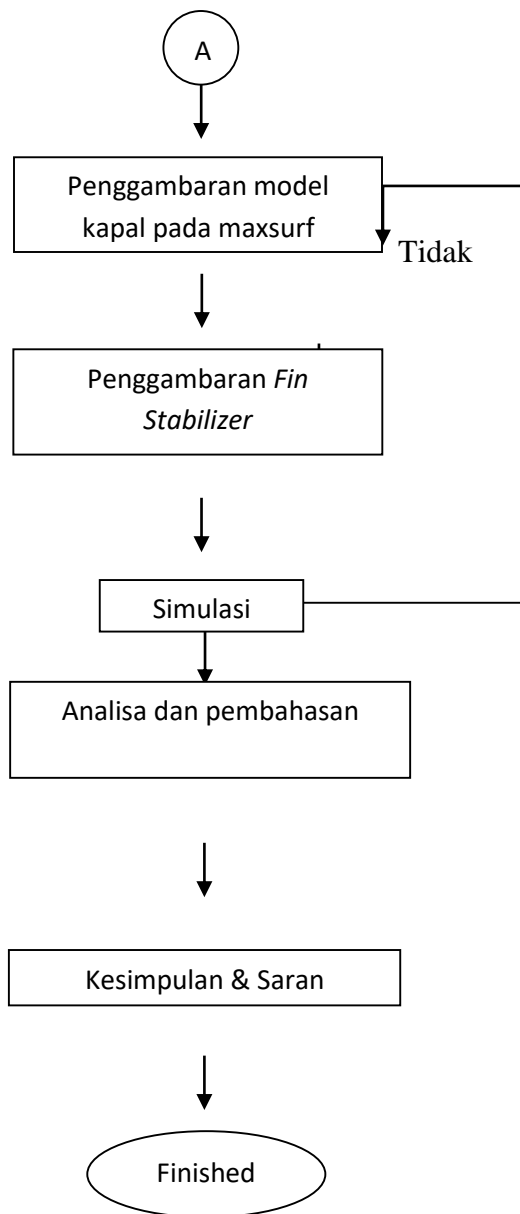
METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi merupakan kerangka dasar yang digunakan sebagai acuan untuk menyelesaikan permasalahan yang akan analisa. Metodologi ini mencakup semua tindakan atau langkah – langkah yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini. Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian deskripsi karena tidak menggunakan uji hipotesis tertentu yaitu dengan mengambil data apa adanya yang berhubungan dengan suatu keadaan sehingga hanya menggunakan teknik analisa deskriptif.

3.1. Studi Pendahuluan

Proses pengerjaan tugas akhir ini dapat digambarkan sebagai diagram alir sebagai berikut





3.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Identifikasi, perumusan masalah, dan tujuan penelitian dilakukan pertama kali agar penelitian dapat terarah dan terfokuskan. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini telah dijelaskan pada bab sebelumnya, adalah Analisa Teknis Penempatan *Fin Stabilizer* Pada Kapal Patroli 60M Dengan Menggunakan Software CFD (*Computational Fluid Dynamics*).

3.3 Study Literatur

Study literatur dilakukan untuk memberikan dasar, acuan ataupun wacana bagi penulis dalam menyelesaikan masalah sehingga tercapai tujuan yang sesuai. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan referensi – referensi yang berkaitan dengan berbagai buku petunjuk dan situs web mengenai gerak oleng kapal, stabilitas kapal, tahanan kapal, dan type *fin stabilizer* serta dilakukannya wawancara yang berhubungan dengan penelitian ini.

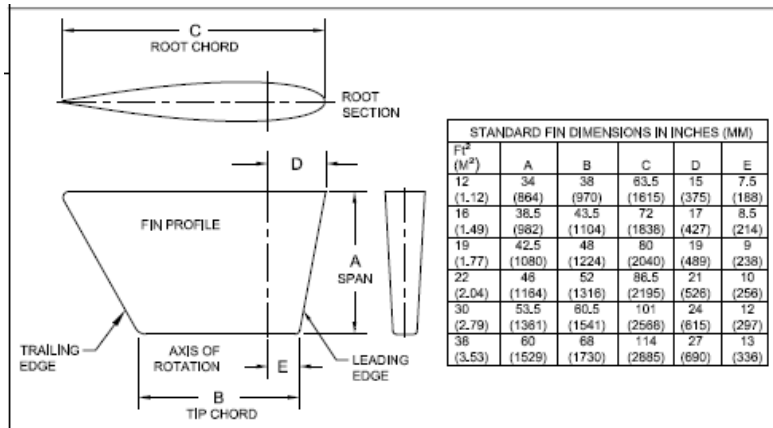
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan tahap analisa data berupa proses pemodelan dan simulasi pada *fins under ship* beserta pembahasannya. Pertama, akan diuraikan proses pembuatan model dari data-data yang diperoleh. Kemudian pada sub bab berikutnya akan dilakukan proses simulasi dengan menggunakan *software Maxsurf (CFD)*. Hasil dari proses simulasi akan digunakan sebagai parameter untuk memilih sudut *fins under ship* yang efektif untuk kapal patroli

4.1. Data Utama Kapal

Adapun data utama yang diperlukan untuk penggambaran model dan simulasi pada percobaan ini, adalah:



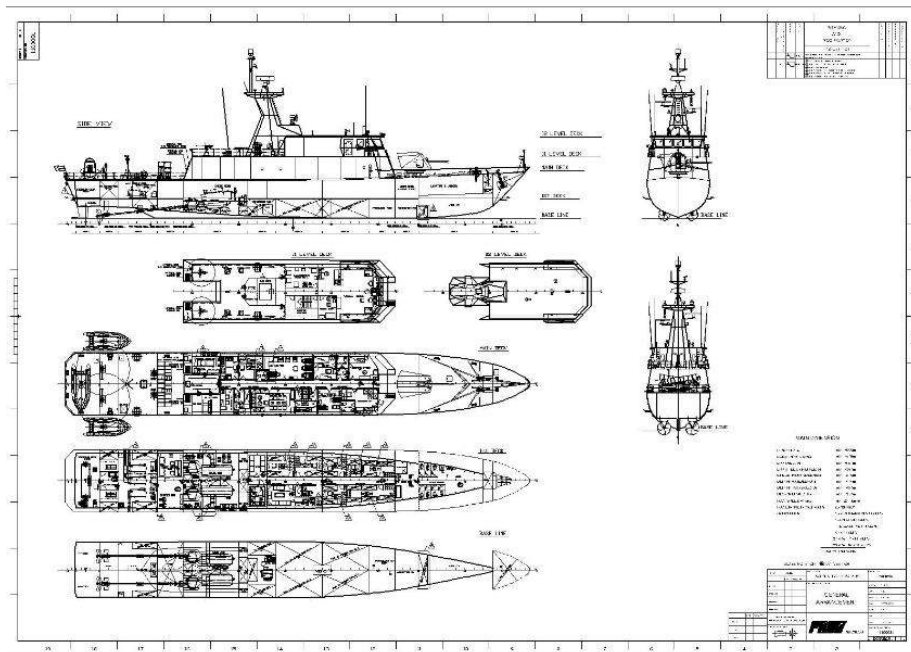
Fin Stabilizer Specification	Maker
	NAIAD (Fin 1.5 M ²) Model 525
One stabilizer system	Yes
Two non retractable fins (P&S),	Yes
Classification	LR

Service speed : 20 knots Maximum speed : 28 knots	WSC Service Speed: 5.2 WSC Maximum Speed: 7.7
Optimum design ship speed according to Combat system abt. 7 ~ 12 knots	WSC 7 Knots: 0.75 WSC 12 Knots: 2.2
Performance Sea State 6 Stabilizer design speed : (knots)	Performance 41% RMS roll reduction 12 knots Performance 78%
Fin stabilizer component : - Fin stabilizer area, (M2) - Dimension area, (mm) - Dimension thickness, (mm)	1,5 M² 1838 x 1104 x 982 (span) NACA 0015, 276 x 166
Actuator dimension Bila diinstal di Engine Room for maintenance space	979 x 624 mm
The vessel is cruising at maximum speed, The Fin move to its full angle	The stabiliser controller determines the required fin angle based on measured conditions, @ 28 knots the FAA is capable of deflecting the fin to the maximum deflection

Hydraulic Power Unit : - HPU, dimension (LxWxH) mm - HPU tank 1 pc, (litre) - Budget Motor HPU KCR 60M abt. 19 kW, 380 V, 3 phase, 50Hz - Motor Insulation - Working pressure, (bar) - Hydraulic oil	 1105 x 647 x 1102 150 liters 11 kW 380V x 50Hz Class F 140 ISO VG 32 - 46
Cooling : - Cooling sea water, - Max. temperature - Oil cooler water flow rate, (L/min) - - max. pressure, (bar)	 yes 32°C 40 L/min

Tabel 4.1 Maker

Dimensi Kapal

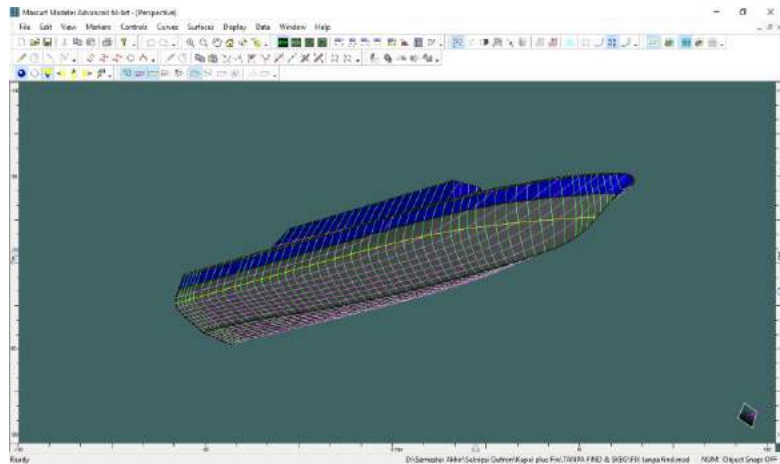


Loa	: 60,0 m
Lwl	: 55,19 m
Breatdh (B)	: 8,10 m
Height (H)	: 4,80 m
Draught (T)	: 2,60 m
Vs	: 28 knots

4.2. Redesign Kapal

Penggambaran lambung kapal patroli tanpa fins dengan menggunakan *software maxsurf* (CFD) hal ini untuk mengetahui lambung kapal sebelum di pasang *fins*, setelah penggambaran lambung yaitu menganalisa daya dan stabilitas pada kapal patroli.

4.3 Analisa Daya Kapal



Gambar 4.1 Lambung kapal tanpa fins

Selanjutnya di dapatkan nilai daya yang di butuhkan sebelum pemasangan fins dan sesudah fins di pasang fins yaitu berfungsi untuk mengetahui daya sebelum memasang fins dan sesudah fins di pasang pada lambung kapal pada saat mejalankan simulasikan model dengan bantuan menggunakan *software Maxsurf (CFD)*.

speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (HP)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power (HP)
17,5	115,04	1883,03	158,17	2589,08
18,2	130,19	2216,27	162,98	2774,54
18,9	146,19	2584,31	167,94	2968,81
19,6	163,59	2999,1	173,03	3172,12
20,3	181,01	3436,9	178,26	3384,69
21	196,44	3858,56	183,62	3606,75
21,7	211,79	4298,69	189,12	3838,51
22,4	225,36	4721,76	194,74	4080,18
23,1	237,38	5129,05	200,49	4331,95
23,8	249,24	5548,45	206,37	4594,03
24,5	259,73	5951,93	212,36	4866,59
25,2	270,22	6369,42	218,48	5149,8
25,9	279,77	6777,6	224,71	5443,84
26,6	288,9	7187,9	231,06	5748,85

27,3	297,6	7599,15	237,52	6064,99
28	305,12	7990,96	244,08	6392,39

Tabel 4.2 Nilai hasil daya dengan kecepatan 28 kn

Di ketahui bahwa kecepatan 28 kn di ketahui daya mesin 7990,96 (kw) dengan efisiensi 55% menggunakan metode savitsky, pada gambar 4.1 kapal tersebut masih belum di pasang fins.

4.4. Simulasi Computational Fluid Dynamic

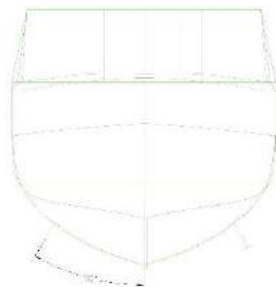
Computational Fluid Dynamic (CFD) adalah software dengan menggunakan simulasi numeric. Pengujian ini menggunakan *maxsurf* dengan memvariasikan 3 sudut tertentu. Dengan mengacu katalog dari *Naiad*.

Jenis Fins	Sudut fins
NAIAD (Fin 1.5 M ²) Model 525	30°
	36°
	40°

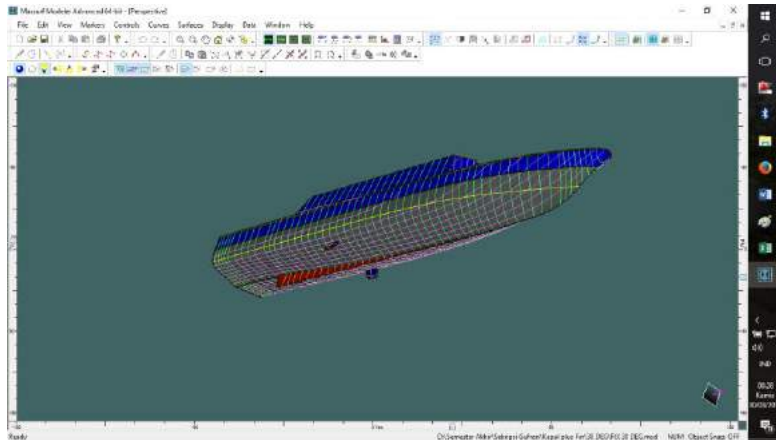
Tabel 4.3 Variasi sudut fins

4.4.1. Simulasi Computational Fluid Dynamic

a. Variasi sudut 30°



Gambar 4.2 penggambaran menggunakan software autocad, fins dengan sudut 30°



Gambar 4.3 Variasi fins dengan sudut 30°

penggambaran variasi fins dengan sudut 30° membutuhkan daya mesin sebesar 8084,92 kw dengan menggunakan metode savitsky.

speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (HP)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power HP)
23,5	247,19	5433,48	206,24	4533,26
23,8	252,29	5616,35	208,77	4647,58
24,1	256,79	5788,64	211,33	4763,81
24,4	261,3	5963,51	213,91	4882
24,7	265,81	6140,97	216,51	5002,13
25	270,32	6321	219,14	5124,23
25,3	274,83	6503,63	221,78	5248,31
25,6	279,06	6682,16	224,45	5374,38
25,9	283,01	6856,13	227,13	5502,46
26,2	286,96	7032,36	229,84	5632,56
26,5	290,92	7210,88	232,57	5764,69
26,8	294,87	7391,67	235,32	5898,85
27,1	298,83	7574,75	238,09	6035,07
27,4	302,2	7744,9	240,88	6173,36
27,7	305,45	7913,96	243,69	6313,72
28	308,7	8084,92	246,51	6456,16

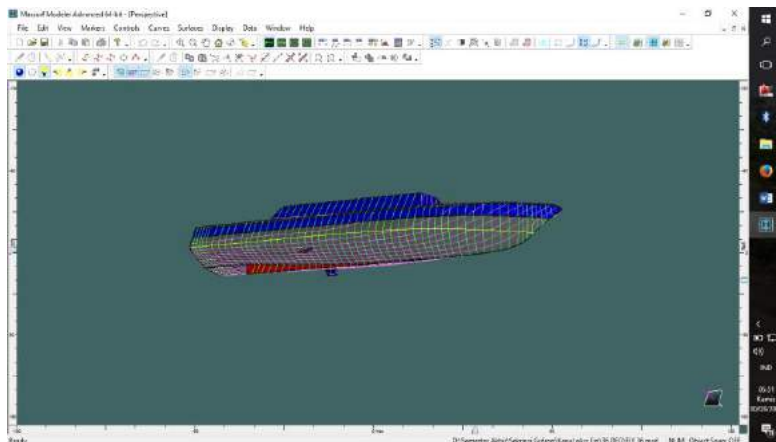
Tabel 4.4 Hasil nilai dari kecepatan 28 kn

Dengan variasi sudut 36° membutuhkan nilai daya pre – planing sebesar 8084,92 kW, bahwa hasil dari runing menggunakan software maxsurf mengalami kenaikan sebesar 93,36 kW.

b. Variasi sudut 36°



Gambar 4.4 penggambaran menggunakan software autocad, fins dengan sudut 36°



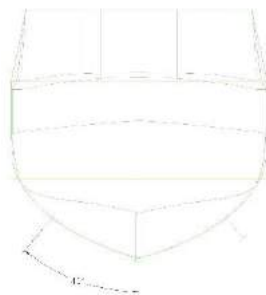
Gambar 4.5 Variasi fins dengan sudut 36°

Dari hasil penggambaran sudut 30° di dapatkan daya mesin sebesar 8084,92 kW, dan penggambaran sudut 36° dengan kecepatan 28 kn di dapatkan power mesin sebesar 8082,77 kW.

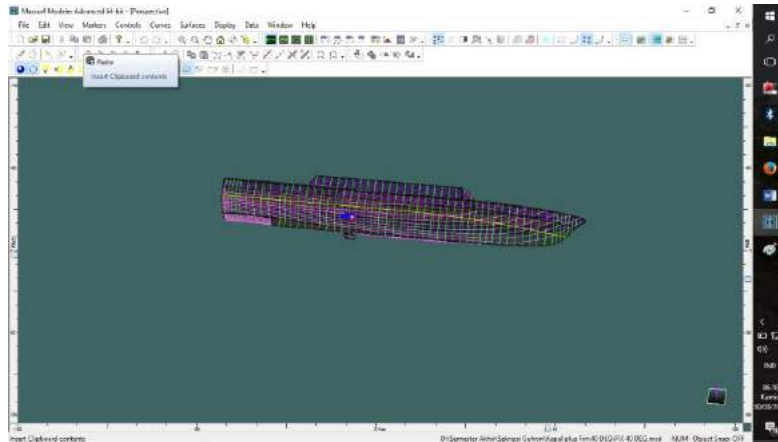
speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (HP)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power (HP)
23,5	247,14	5432,3	202,73	4456,12
23,8	252,24	5615,12	205,29	4569,94
24,1	256,74	5787,36	207,87	4685,71
24,4	261,24	5962,17	210,47	4803,44
24,7	265,74	6139,57	213,09	4923,14
25	270,25	6319,55	215,74	5044,84
25,3	274,76	6502,11	218,41	5168,53
25,6	279	6680,58	221,1	5294,24
25,9	282,94	6854,48	223,81	5421,98
26,2	286,89	7030,65	226,54	5551,76
26,5	290,84	7209,1	229,3	5683,59
26,8	294,8	7389,82	232,07	5817,49
27,1	298,75	7572,83	234,87	5953,46
27,4	302,12	7742,91	237,68	6091,52
27,7	305,37	7911,9	240,52	6231,68
28	308,62	8082,77	243,37	6373,94

Tabel 4.5 Hasil nilai dari kecepatan 28 kn

c. Variasi sudut 40°



Gambar 4.6 penggambaran menggunakan software autocad fins dengan sudut 40°



Gambar 4.7 Variasi fins dengan sudut 40°

Pada gambar 4.7 penggambaran variasi fins dengan sudut 40° dengan power mesin sebesar 8084,89 kw

speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (HP)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power (HP)
23,5	247,19	5433,46	206,24	4533,27
23,8	252,29	5616,34	208,77	4647,58
24,1	256,79	5788,63	211,33	4763,82
24,4	261,3	5963,5	213,91	4882
24,7	265,8	6140,95	216,51	5002,13
25	270,31	6320,99	219,14	5124,23
25,3	274,83	6503,61	221,78	5248,31
25,6	279,06	6682,14	224,45	5374,38
25,9	283,01	6856,11	227,13	5502,47
26,2	286,96	7032,34	229,84	5632,56
26,5	290,91	7210,85	232,57	5764,69
26,8	294,87	7391,65	235,32	5898,86
27,1	298,83	7574,72	238,09	6035,08
27,4	302,2	7744,87	240,88	6173,36
27,7	305,45	7913,94	243,69	6313,72
28	308,7	8084,89	246,51	6456,16

Tabel 4.6 hasil nilai kecepatan 28 kn

4.5. Hasil analisa daya

Setelah melakukan semua simulasi model variasi sudut fins yang di rencanakan, dan berdasarkan hasil analisa serta pembahasan daya kapal didapatkan hasil tabel sebagai berikut :

speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (HP)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power (HP)	speed (knots)
tanpa fins	28	305,12	7990,96	244,08	6392,39
30	28	308,7	8084,92	246,51	6456,16
36	28	308,62	8082,77	243,37	6373,94
40	28	308,7	8084,89	246,51	6456,16

Tabel 4.7 Hasil nilai semua simulasi daya

4.6. Hasil Analisa Stabilitas Kapal

Pada bab ini dilakukan tahap analisa data berupa proses pemodelan dan simulasi pada *Fins under ship* beserta pembahasannya. Pertama, akan diuraikan proses pembuatan model dari data-data yang diperoleh. Kemudian berikutnya akan dilakukan proses simulasi dengan menggunakan *software Maxsurf (CFD)*. Hasil dari proses simulasi akan digunakan sebagai parameter untuk memilih type sudut *fins under ship* yang efektif untuk kapal patroli.

4.7. Hasil nilai Stabilitas tanpa Fins

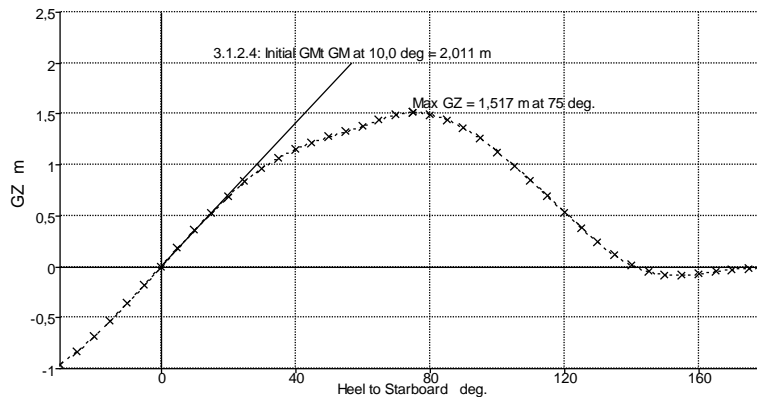
Data yang diperoleh dari hasil simulasi ialah mendapatkan nilai total local weight, tabel tersebut juga berisi inputan dari compartment kapal seperti main engine dan compartment yang lainnya di jelaskan pada tabel 4.8 data tersebut ialah data simulasi tanpa fins serta dapat ditabulasikan pada tabel berikut :

Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert. Arm m	Trans. Arm m	FS Mo. Tonne.m	FSM Type
Lightship	1	133,0	25,934	1,947	0,000	0,000	
main engine 1	1	62,00	-18,130	4,200	1,000	0,000	
main engine 2	1	62,00	18,130	4,200	-1,000	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	0,800	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	-0,800	0,000	
aux 1	1	17,80	7,800	3,800	-1,500	0,000	

aux 2	1	17,80	7,800	3,800	0,000	0,000	
aux 3	1	17,80	7,800	3,800	1,500	0,000	
FPT	90%	21,45	54,147	4,659	0,000	12,824	Maximum
BILGE TANK	90%	3,151	43,587	0,978	0,000	4,272	Maximum
FO STORAGE T 1 (P)	90%	21,28	33,593	1,334	-0,920	3,777	Maximum
FO STORAGE T 1 (S)	90%	21,28	33,593	1,334	0,920	3,777	Maximum
FO STORAGE T 2 (P)	90%	20,78	27,630	1,365	-0,930	3,777	Maximum
FO STORAGE T 2 (S)	90%	20,78	27,630	1,365	0,930	3,777	Maximum
FO SETTLING T (P)	90%	5,454	22,812	1,878	-2,634	1,820	Maximum
FO SETTLING T (S)	90%	5,454	22,812	1,878	2,634	1,820	Maximum
SEWAGE TANK	90%	2,638	21,606	0,967	0,000	2,166	Maximum
SLUDGE TANK	90%	0,7215	18,010	0,921	0,000	0,110	Maximum
BILGE TANK	90%	0,6474	16,812	0,969	0,000	0,112	Maximum
LO STORAGE T	90%	1,372	15,076	1,043	0,000	0,672	Maximum
OVER FLOW T	90%	0,4694	13,230	1,128	0,000	0,345	Maximum
FWT (P)	90%	10,78	7,659	3,387	-3,319	0,677	Maximum
FWT (S)	90%	10,78	7,659	3,387	3,319	0,677	Maximum
FO SERVICE T (P)	90%	6,397	3,000	3,611	-3,353	0,465	Maximum
FO SERVICE T (S)	90%	6,397	3,000	3,611	3,353	0,465	Maximum
	Total Weight=	476,0	LCG=18,066	VCG=2,936	TCG=0,000	41,533	
				FS corr.=0,087			
				VCG fluid=3,023			

Tabel 4.8 total nilai loadcase tanpa fins

Atau dapat di gambarkan dalam grafik



Grafik 4.1 Grafik tanpa variasi fins

Dari grafik 4.1 yang di tampilkan di dapatkan nilai maksimum GZ dengan tanpa variasi sudut ialah 1,517 m terjadi pada sudut 75 derajat

4.7.1 Hasil nilai Stabilitas variasi sudut 30°

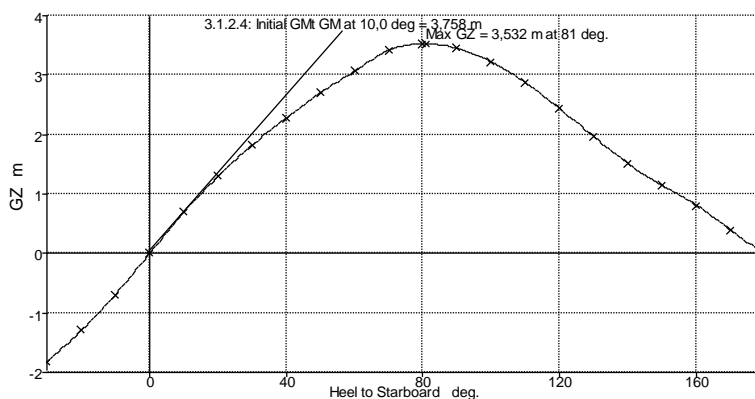
Setelah didapatkan nilai stabilitas tanpa memvariasikan fins tahap selanjutnya menganalisa hasil nilai stabilitas sudut 30° dan ditabulasikan sebagai berikut:

Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans. Arm m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	171,5	-34,929	0,983	0,000	0,000	
main engine 1	1	62,00	-18,130	4,200	1,000	0,000	
main engine 2	1	62,00	18,130	4,200	-1,000	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	0,800	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	-0,800	0,000	
aux 1	1	17,80	7,800	3,800	-1,500	0,000	
aux 2	1	17,80	7,800	3,800	0,000	0,000	
aux 3	1	17,80	7,800	3,800	1,500	0,000	
FPT	0,9	21,45	54,147	4,659	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	3,151	43,587	0,978	0,000	0,000	max
FO STORAGE T 1 (P)	0,9	21,28	33,593	1,334	-0,920	0,000	max
FO STORAGE T 1 (S)	0,9	21,28	33,593	1,334	0,920	0,000	max
FO STORAGE T 2 (P)	0,9	20,78	27,630	1,365	-0,930	0,000	max
FO STORAGE T 2 (S)	0,9	20,78	27,630	1,365	0,930	0,000	max

FO SETTLING T (P)	0,9	5,454	22,812	1,878	-2,634	0,000	max
FO SETTLING T (S)	0,9	5,454	22,812	1,878	2,634	0,000	max
SEWAGE TANK	0,9	2,638	21,606	0,967	0,000	0,000	max
SLUDGE TANK	0,9	0,7215	18,010	0,921	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	0,6474	16,812	0,969	0,000	0,000	max
LO STORAGE T	0,9	1,372	15,076	1,043	0,000	0,000	max
OVER FLOW T	0,9	0,4694	13,230	1,128	0,000	0,000	max
FWT (P)	0,9	10,78	7,659	3,387	-3,319	0,000	max
FWT (S)	0,9	10,78	7,659	3,387	3,319	0,000	max
FO SERVICE T (P)	0,9	6,397	3,000	3,611	-3,353	0,000	max
FO SERVICE T (S)	0,9	6,397	3,000	3,611	3,353	0,000	max
	Total Weight=	498,5	LCG=- 2,576	VCG=2,550	TCG=0,000	0	
				FS corr.=0			
				VCG fluid=2,55			

Tabel 4.9 Total nilai loadcase sudut 30°

Hasil hipotesa grafik variasi sudut 30° sebagai berikut



Grafik 4.2 Grafik variasi fins sudut 30°

Dari grafik 4.2 yang di tampilkan di dapatkan nilai maksimum GZ dengan tanpa variasi sudut ialah 3,532 m terjadi pada sudut 81 derajat

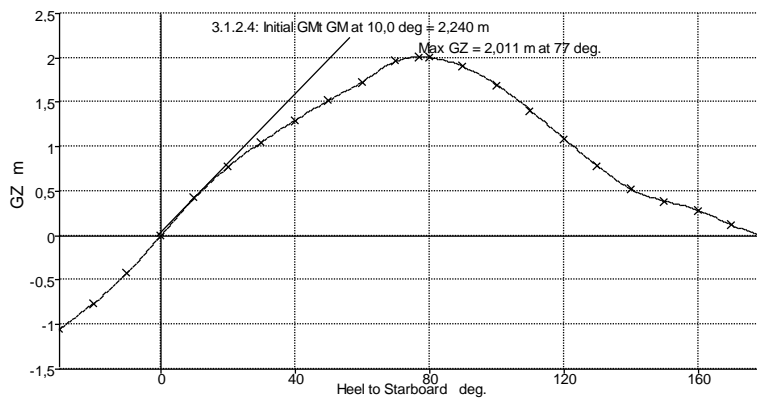
4.7.2 Hasil nilai Stabilitas variasi sudut 36°

Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	153,7	20,844	0,997	0,000	0,000	
main engine 1	1	62,00	-18,130	4,200	1,000	0,000	
main engine 2	1	62,00	18,130	4,200	-1,000	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	0,800	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	-0,800	0,000	
aux 1	1	17,80	7,800	3,800	-1,500	0,000	
aux 2	1	17,80	7,800	3,800	0,000	0,000	
aux 3	1	17,80	7,800	3,800	1,500	0,000	
FPT	0,9	21,45	54,147	4,659	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	3,151	43,587	0,978	0,000	0,000	max
FO STORAGE T 1 (P)	0,9	21,28	33,593	1,334	-0,920	0,000	max
FO STORAGE T 1 (S)	0,9	21,28	33,593	1,334	0,920	0,000	max
FO STORAGE T 2 (P)	0,9	20,78	27,630	1,365	-0,930	0,000	max
FO STORAGE T 2 (S)	0,9	20,78	27,630	1,365	0,930	0,000	max
FO SETTLING T (P)	0,9	5,454	22,812	1,878	-2,634	0,000	max
FO SETTLING T (S)	0,9	5,454	22,812	1,878	2,634	0,000	max
SEWAGE TANK	0,9	2,638	21,606	0,967	0,000	0,000	max
SLUDGE TANK	0,9	0,7215	18,010	0,921	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	0,6474	16,812	0,969	0,000	0,000	max
LO STORAGE T	0,9	1,372	15,076	1,043	0,000	0,000	max
OVER FLOW T	0,9	0,4694	13,230	1,128	0,000	0,000	max
FWT (P)	0,9	10,78	7,659	3,387	-3,319	0,000	max
FWT (S)	0,9	10,78	7,659	3,387	3,319	0,000	max

FO SERVICE T (P)	0,9	6,397	3,000	3,611	-3,353	0,000	max
FO SERVICE T (S)	0,9	6,397	3,000	3,611	3,353	0,000	max
	Total Weight=	480,6	LCG=16,454	VCG=2,612	TCG=0,000	0	
				FS corr.=0			
				VCG fluid=2,612			

Tabel 4.10 Total nilai loadcase sudut 36°

setelah didapatkan nilai total hasil nilai loadcase variasi sudut 36° dihasilkan grafik sebagai berikut



Grafik 4.3 Grafik variasi fins sudut 36°

Dari grafik 4.3 yang di tampilkan di dapatkan nilai maksimum GZ dengan tanpa variasi sudut ialah 2,011 m terjadi pada sudut 77 derajat

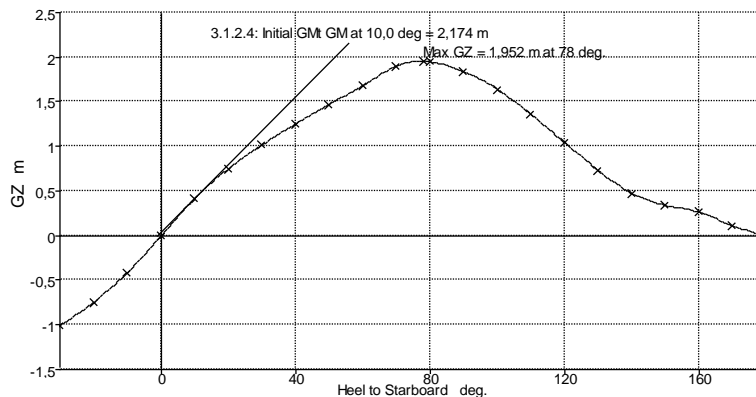
4.7.3 Hasil nilai Stabilitas variasi sudut 40°

Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	153,2	-34,929	1,009	0,000	0,000	
main engine 1	1	62,00	-18,130	4,200	1,000	0,000	
main engine 2	1	62,00	18,130	4,200	-1,000	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	0,800	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	-0,800	0,000	
aux 1	1	17,80	7,800	3,800	-1,500	0,000	
aux 2	1	17,80	7,800	3,800	0,000	0,000	
aux 3	1	17,80	7,800	3,800	1,500	0,000	

FPT	0,9	21,45	54,147	4,659	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	3,151	43,587	0,978	0,000	0,000	max
FO STORAGE T 1 (P)	0,9	21,28	33,593	1,334	-0,920	0,000	max
FO STORAGE T 1 (S)	0,9	21,28	33,593	1,334	0,920	0,000	max
FO STORAGE T 2 (P)	0,9	20,78	27,630	1,365	-0,930	0,000	max
FO STORAGE T 2 (S)	0,9	20,78	27,630	1,365	0,930	0,000	max
FO SETTLING T (P)	0,9	5,454	22,812	1,878	-2,634	0,000	max
FO SETTLING T (S)	0,9	5,454	22,812	1,878	2,634	0,000	max
SEWAGE TANK	0,9	2,638	21,606	0,967	0,000	0,000	max
SLUDGE TANK	0,9	0,7215	18,010	0,921	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	0,6474	16,812	0,969	0,000	0,000	max
LO STORAGE T	0,9	1,372	15,076	1,043	0,000	0,000	max
OVER FLOW T	0,9	0,4694	13,230	1,128	0,000	0,000	max
FWT (P)	0,9	10,78	7,659	3,387	-3,319	0,000	max
FWT (S)	0,9	10,78	7,659	3,387	3,319	0,000	max
FO SERVICE T (P)	0,9	6,397	3,000	3,611	-3,353	0,000	max
FO SERVICE T (S)	0,9	6,397	3,000	3,611	3,353	0,000	max
	Total Weight=	480,2	LCG=-1,344	VCG=2,618	TCG=0,000	0	
				FS corr.=0			
				VCG fluid=2,618			

Tabel 4.11 Total nilai loadcase sudut 40°

Grafik hasil sudut 40°



Grafik 4.4 hasil sudut 40°

Dari grafik 4.4 yang di tampilkan di dapatkan nilai maksimum GZ dengan tanpa variasi sudut ialah 1,952 m terjadi pada sudut 78 derajat

4.8. Rekapitulasi proses simulasi

Pada tahap analisa, data yang didapatkan dari proses simulasi diambil untuk menentukan proses validasi dari simulasi yang sudah dilakukan. Dari hasil simulasi didapatkan nilai dari daya dan stabilitas pada kapal patroli. Sehingga dari data tersebut bisa digunakan untuk variasi sudut fins under ship yang efisien.

model	speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (HP)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power (HP)
tanpa fins	28	305,12	7990,96	244,08	6392,39
30°	28	308,7	8084,92	246,51	6456,16
36°	28	308,62	8082,77	243,37	6373,94
40°	28	308,7	8084,89	246,51	6456,16

- Hasil nilai daya

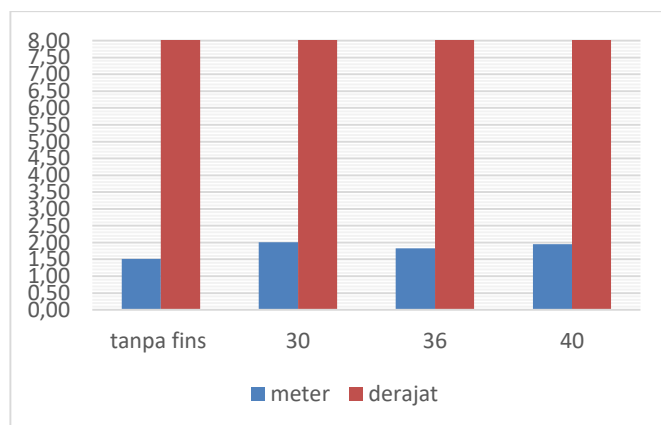
Bahwa penambahan variasi fins pada kapal patroli tidak mempengaruhi daya pada kapal tanpa fins sebab daya kapal tanpa fins menghasilkan daya sebesar 7990,96 kW. Sedangkan dengan variasi sudut 30° menghasilkan daya sebesar 8084,93 kW jadi analisa untuk daya kapal tidak ada pengaruh dengan perbedaan sebesar 0,9397 kW.

- Hasil nilai stabilitas

Setelah melakukan beberapa proses simulasi tentang analisa stabilitas didapatkan nilai sebagai berikut

variasi fins	Max GZ (m)	Max GZ (deg)
tanpa fins	1,517	75°
30°	3,532	81°
36°	2,011	77°
40°	1,952	78°

Bahwa dari rekapitulasi tabel stabilitas sudut 36° di dapatkan nilai maksimum GZ sebesar 2,011 m terjadi pada sudut 77 derajat, kenaikan tersebut selisih 0,494 m dari stabilitas tanpa menggunakan fins dengan nilai 1,517 m dan derajat 75°.



Grafik 4.4 analisa stabilitas

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dilakukan tahap kesimpulan yang berdasarkan dari perhitungan dan analisa.

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat penulis adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari analisa software maxsurf bahwa adanya perbedaan nilai daya yang dibutuhkan dari 3 variasi sudut peletakan fins under ship, diantaranya :
 - a. Pada lambung kapal patroli tanpa fins dengan kecepatan 28 knot membutuhkan daya mesin sebesar 7990,96 (kW)
 - b. Pada lambung kapal patroli dengan sudut fins 30° membutuhkan daya mesin sebesar 8084,92 (kW).
 - c. Pada lambung kapal patroli dengan sudut fins 36° membutuhkan daya mesin sebesar 8082,77 (kW).
 - d. Pada lambung kapal patroli dengan sudut fins 40° membutuhkan daya mesin sebesar 8084,89 (kW).
2. Hasil analisa daya kapal yang dibutuhkan pada simulasi antara 3 model yang sudah di design dengan efisiensi 55% tidak terdapat perbedaan yang signifikan,
3. Besar daya kebutuhan variasi fins sudut 30° adalah 8084,92 HP dimana kondisi stabilitas berada di max GZ 3,532 (m) pada 81° (deg)

5.2. Saran

Perlu diuji lebih detail dengan software analisis semacamnya, seperti ANSYS atau CFD agar didapatkan kajian lebih mendalam terhadap desan fins under ship.

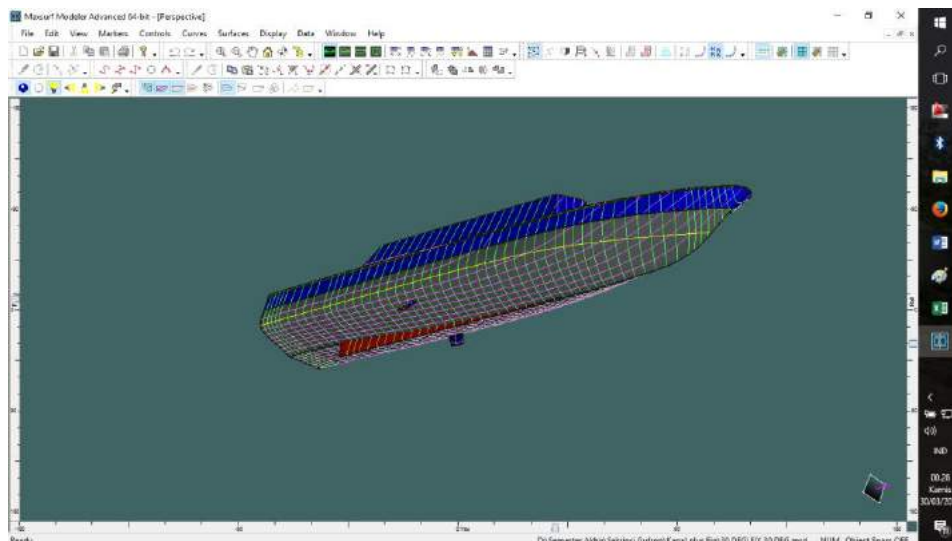
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

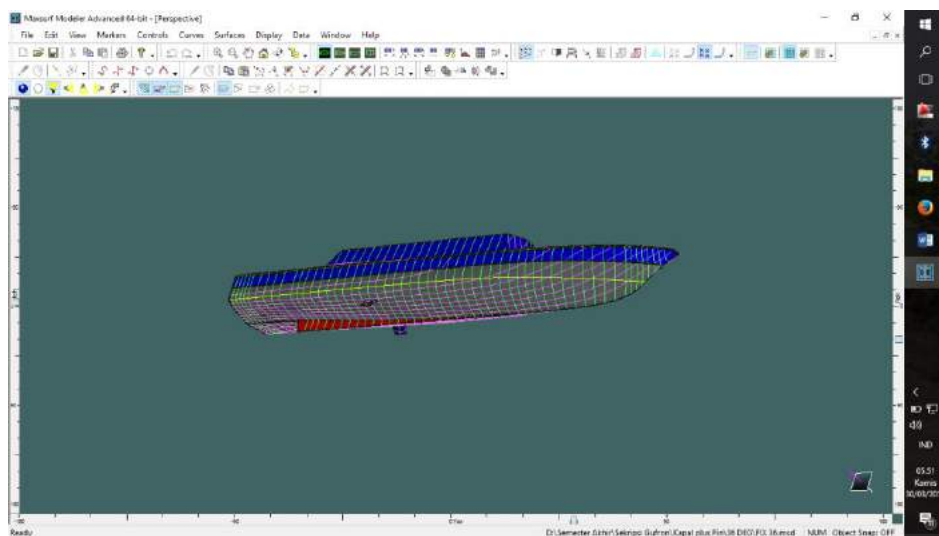
- [1] Susilo, Joko. 2013. “Simulasi Penggunaan Fin Undership Terhadap Tahana dan Gaya Dorong Kapal dengan Metode Analisa CFD”. Jurnal Tugas Akhir, ITS : Surabaya.
- [2] Taylor. L.G. 1977. The Principles of Ship Stability. Brown, Son & Publisher, Ltd., Nautical Publisher, 52 Darnley Street. Glasgow.
- [3] Hind, J. A. 1982. Stability And Trim Of Fishing Vesels And Other Small Ships Second Edition, Fishing News Books Ltd, Farnham, Surrey, England
- [4] Fyson, J. 1985. Desain Of Small Fishing Vesels. Fishing News (Books) Ltd. London.
- [5] Willy, Wishnu. 2013. “Analisa Efisiensi Penggunaan Fins Undership Terhadap Tahanan dan Stabilitas Kapal”. Jurnal Tugas Akhir, ITS : Surabaya
- [6] Indoseafater. 2016. “Memahami Fin Stabilizer Kapal dan Bagaimana Cara Opsainya”. <http://indoseafarer.com/memahami-sirip-stabilizer-kapal-dan-bagaimana-cara-beroperasinya/> diakses pada hari sabtu, 13 Agustus 2016 Pukul 11.00WIB.
- [7] <http://kapal-indonesia.com/tag/fungsi-kapal-perang/> diakses pada hari sabtu, 28 Agustus 2016 Pukul 10.00WIB.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

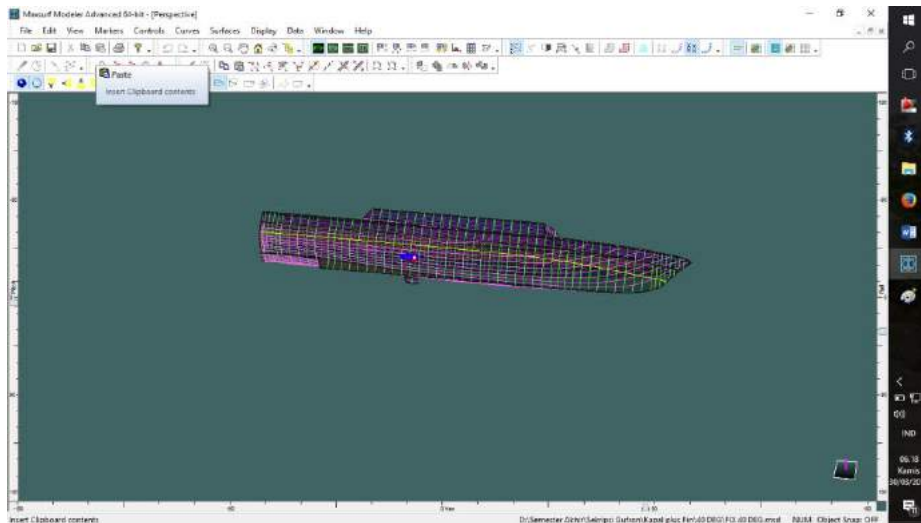
LAMPIRAN



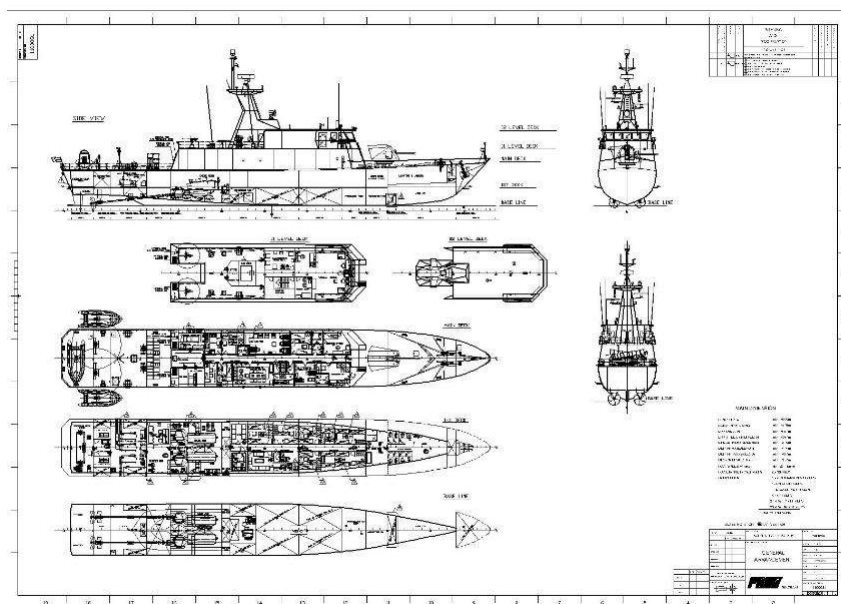
Gambar 1. Variasi fins dengan sudut 30°



Gambar 2. Variasi fins dengan sudut 36°



Gambar 3. Variasi fins dengan sudut 40°



Gambar 4. General Arrangement

speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (HP)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power (HP)
17,5	115,04	1883,03	158,17	2589,08
18,2	130,19	2216,27	162,98	2774,54
18,9	146,19	2584,31	167,94	2968,81
19,6	163,59	2999,1	173,03	3172,12
20,3	181,01	3436,9	178,26	3384,69
21	196,44	3858,56	183,62	3606,75
21,7	211,79	4298,69	189,12	3838,51
22,4	225,36	4721,76	194,74	4080,18
23,1	237,38	5129,05	200,49	4331,95
23,8	249,24	5548,45	206,37	4594,03
24,5	259,73	5951,93	212,36	4866,59
25,2	270,22	6369,42	218,48	5149,8
25,9	279,77	6777,6	224,71	5443,84
26,6	288,9	7187,9	231,06	5748,85
27,3	297,6	7599,15	237,52	6064,99
28	305,12	7990,96	244,08	6392,39

Tabel 1 Nilai hasil daya dengan kecepatan 28 kn

speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (kW)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power (kW)
23,5	247,19	5433,48	206,24	4533,26
23,8	252,29	5616,35	208,77	4647,58
24,1	256,79	5788,64	211,33	4763,81
24,4	261,3	5963,51	213,91	4882
24,7	265,81	6140,97	216,51	5002,13
25	270,32	6321	219,14	5124,23
25,3	274,83	6503,63	221,78	5248,31
25,6	279,06	6682,16	224,45	5374,38
25,9	283,01	6856,13	227,13	5502,46
26,2	286,96	7032,36	229,84	5632,56
26,5	290,92	7210,88	232,57	5764,69
26,8	294,87	7391,67	235,32	5898,85

27,1	298,83	7574,75	238,09	6035,07
27,4	302,2	7744,9	240,88	6173,36
27,7	305,45	7913,96	243,69	6313,72
28	308,7	8084,92	246,51	6456,16

Tabel 2 Hasil nilai dari kecepatan 28 kn

speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (HP)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power (HP)
23,5	247,14	5432,3	202,73	4456,12
23,8	252,24	5615,12	205,29	4569,94
24,1	256,74	5787,36	207,87	4685,71
24,4	261,24	5962,17	210,47	4803,44
24,7	265,74	6139,57	213,09	4923,14
25	270,25	6319,55	215,74	5044,84
25,3	274,76	6502,11	218,41	5168,53
25,6	279	6680,58	221,1	5294,24
25,9	282,94	6854,48	223,81	5421,98
26,2	286,89	7030,65	226,54	5551,76
26,5	290,84	7209,1	229,3	5683,59
26,8	294,8	7389,82	232,07	5817,49
27,1	298,75	7572,83	234,87	5953,46
27,4	302,12	7742,91	237,68	6091,52
27,7	305,37	7911,9	240,52	6231,68
28	308,62	8082,77	243,37	6373,94

Tabel 3 Hasil nilai dari kecepatan 28 kn

speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (HP)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power (HP)
23,5	247,19	5433,46	206,24	4533,27
23,8	252,29	5616,34	208,77	4647,58
24,1	256,79	5788,63	211,33	4763,82
24,4	261,3	5963,5	213,91	4882
24,7	265,8	6140,95	216,51	5002,13

25	270,31	6320,99	219,14	5124,23
25,3	274,83	6503,61	221,78	5248,31
25,6	279,06	6682,14	224,45	5374,38
25,9	283,01	6856,11	227,13	5502,47
26,2	286,96	7032,34	229,84	5632,56
26,5	290,91	7210,85	232,57	5764,69
26,8	294,87	7391,65	235,32	5898,86
27,1	298,83	7574,72	238,09	6035,08
27,4	302,2	7744,87	240,88	6173,36
27,7	305,45	7913,94	243,69	6313,72
28	308,7	8084,89	246,51	6456,16

Tabel 4 hasil nilai kecepatan 28 km

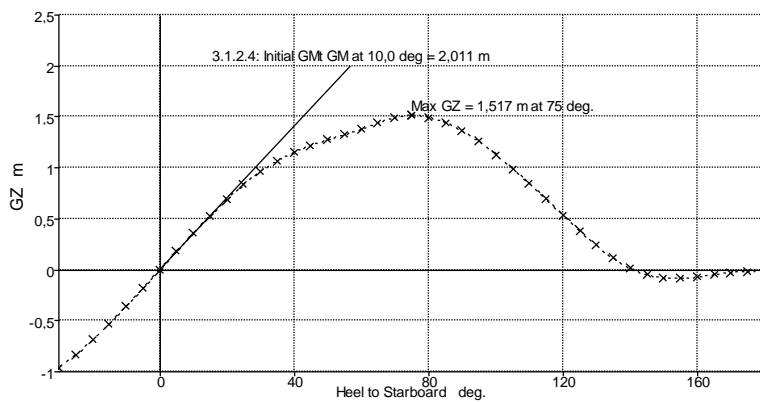
speed (knots)	savitsky pre - planing Resist. (kN)	savitsky pre - planing Power (HP)	savitsky planing Resist. (kN)	savitsky planing Power (HP)	speed (knots)
tanpa fins	28	305,12	7990,96	244,08	6392,39
30	28	308,7	8084,92	246,51	6456,16
36	28	308,62	8082,77	243,37	6373,94
40	28	308,7	8084,89	246,51	6456,16

Tabel 5 Hasil nilai semua simulasi daya

Item Name	Quantity	Weight tonne	Long Arm m	Vert. Arm m	Trans. Arm m	FS Mo. Tonne.m	FSM Type
Lightship	1	133,0	25,934	1,947	0,000	0,000	
main engine 1	1	62,00	-18,130	4,200	1,000	0,000	
main engine 2	1	62,00	18,130	4,200	-1,000	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	0,800	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	-0,800	0,000	
aux 1	1	17,80	7,800	3,800	-1,500	0,000	
aux 2	1	17,80	7,800	3,800	0,000	0,000	
aux 3	1	17,80	7,800	3,800	1,500	0,000	
FPT	90%	21,45	54,147	4,659	0,000	12,824	Maximum
BILGE TANK	90%	3,151	43,587	0,978	0,000	4,272	Maximum
FO STORAGE T 1 (P)	90%	21,28	33,593	1,334	-0,920	3,777	Maximum
FO STORAGE T 1 (S)	90%	21,28	33,593	1,334	0,920	3,777	Maximum
FO STORAGE T 2 (P)	90%	20,78	27,630	1,365	-0,930	3,777	Maximum
FO STORAGE T 2 (S)	90%	20,78	27,630	1,365	0,930	3,777	Maximum

FO SETTling T (P)	90%	5,454	22,812	1,878	-2,634	1,820	Maximum
FO SETTling T (S)	90%	5,454	22,812	1,878	2,634	1,820	Maximum
SEWAGE TANK	90%	2,638	21,606	0,967	0,000	2,166	Maximum
SLUDGE TANK	90%	0,7215	18,010	0,921	0,000	0,110	Maximum
BILGE TANK	90%	0,6474	16,812	0,969	0,000	0,112	Maximum
LO STORAGE T	90%	1,372	15,076	1,043	0,000	0,672	Maximum
OVER FLOW T	90%	0,4694	13,230	1,128	0,000	0,345	Maximum
FWT (P)	90%	10,78	7,659	3,387	-3,319	0,677	Maximum
FWT (S)	90%	10,78	7,659	3,387	3,319	0,677	Maximum
FO SERVICE T (P)	90%	6,397	3,000	3,611	-3,353	0,465	Maximum
FO SERVICE T (S)	90%	6,397	3,000	3,611	3,353	0,465	Maximum
	Total Weight=	476,0	LCG= 18,066	VCG =2,93 6	TCG= 0,000	41,533	
				FS corr. =0,08 7			
				VCG fluid =3,02 3			

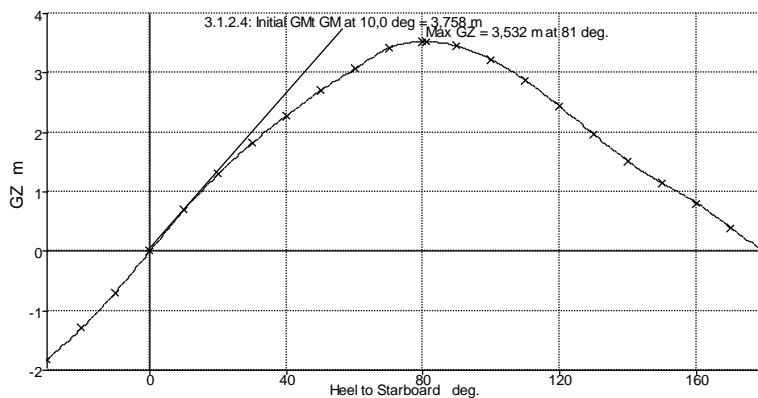
Tabel 6 total nilai loadcase tanpa fins



Grafik 1 Grafik tanpa variasi fins

Item Item Name	Quantity	Weight tonne	Long.Arm m	Vert.Arm m	Trans. Arm m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	171,5	-34,929	0,983	0,000	0,000	
main engine 1	1	62,00	-18,130	4,200	1,000	0,000	
main engine 2	1	62,00	18,130	4,200	-1,000	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	0,800	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	-0,800	0,000	
aux 1	1	17,80	7,800	3,800	-1,500	0,000	
aux 2	1	17,80	7,800	3,800	0,000	0,000	
aux 3	1	17,80	7,800	3,800	1,500	0,000	
FPT	0,9	21,45	54,147	4,659	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	3,151	43,587	0,978	0,000	0,000	max
FO STORAGE T 1 (P)	0,9	21,28	33,593	1,334	-0,920	0,000	max
FO STORAGE T 1 (S)	0,9	21,28	33,593	1,334	0,920	0,000	max
FO STORAGE T 2 (P)	0,9	20,78	27,630	1,365	-0,930	0,000	max
FO STORAGE T 2 (S)	0,9	20,78	27,630	1,365	0,930	0,000	max
FO SETTLING T (P)	0,9	5,454	22,812	1,878	-2,634	0,000	max
FO SETTLING T (S)	0,9	5,454	22,812	1,878	2,634	0,000	max
SEWAGE TANK	0,9	2,638	21,606	0,967	0,000	0,000	max
SLUDGE TANK	0,9	0,7215	18,010	0,921	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	0,6474	16,812	0,969	0,000	0,000	max
LO STORAGE T	0,9	1,372	15,076	1,043	0,000	0,000	max
OVER FLOW T	0,9	0,4694	13,230	1,128	0,000	0,000	max
FWT (P)	0,9	10,78	7,659	3,387	-3,319	0,000	max
FWT (S)	0,9	10,78	7,659	3,387	3,319	0,000	max
FO SERVICE T (P)	0,9	6,397	3,000	3,611	-3,353	0,000	max
FO SERVICE T (S)	0,9	6,397	3,000	3,611	3,353	0,000	max
	Total Weight=	498,5	LCG=- 2,576	VCG=-2,55 0	TCG=0, 000	0	
				FS corr.=0			
				VCG fluid=2,55			

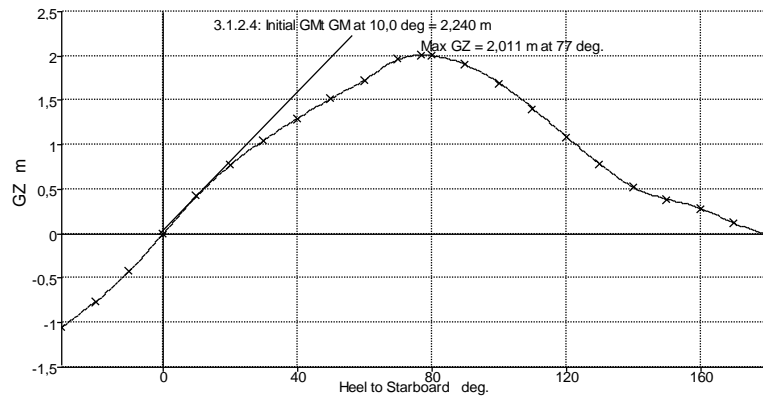
Tabel 7 Total nilai loadcase sudut



Grafik 2 Grafik variasi fins sudut 30°

Item Name	Quantity	Weight t tonne	Long.A rm m	Vert.Arm m	Trans.Arm m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	153,7	20,844	0,997	0,000	0,000	
main engine 1	1	62,00	-18,130	4,200	1,000	0,000	
main engine 2	1	62,00	18,130	4,200	-1,000	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	0,800	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	-0,800	0,000	
aux 1	1	17,80	7,800	3,800	-1,500	0,000	
aux 2	1	17,80	7,800	3,800	0,000	0,000	
aux 3	1	17,80	7,800	3,800	1,500	0,000	
FPT	0,9	21,45	54,147	4,659	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	3,151	43,587	0,978	0,000	0,000	max
FO STORAGE T 1 (P)	0,9	21,28	33,593	1,334	-0,920	0,000	max
FO STORAGE T 1 (S)	0,9	21,28	33,593	1,334	0,920	0,000	max
FO STORAGE T 2 (P)	0,9	20,78	27,630	1,365	-0,930	0,000	max
FO STORAGE T 2 (S)	0,9	20,78	27,630	1,365	0,930	0,000	max
FO SETTLLING T (P)	0,9	5,454	22,812	1,878	-2,634	0,000	max
FO SETTLLING T (S)	0,9	5,454	22,812	1,878	2,634	0,000	max
SEWAGE TANK	0,9	2,638	21,606	0,967	0,000	0,000	max
SLUDGE TANK	0,9	0,7215	18,010	0,921	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	0,6474	16,812	0,969	0,000	0,000	max
LO STORAGE T	0,9	1,372	15,076	1,043	0,000	0,000	max
OVER FLOW T	0,9	0,4694	13,230	1,128	0,000	0,000	max
FWT (P)	0,9	10,78	7,659	3,387	-3,319	0,000	max
FWT (S)	0,9	10,78	7,659	3,387	3,319	0,000	max
FO SERVICE T (P)	0,9	6,397	3,000	3,611	-3,353	0,000	max
FO SERVICE T (S)	0,9	6,397	3,000	3,611	3,353	0,000	max
	Total Weight=	480,6	LCG=1 6,454	VCG=2, 612	TCG=0,00 0	0	
				FS corr.=0			
				VCG fluid=2,6 12			

Tabel 8 Total nilai loadcase sudut 36°

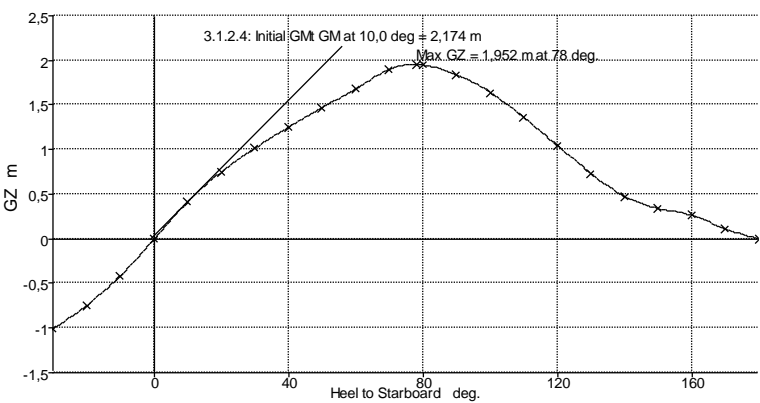


Grafik 3 Grafik variasi fins sudut 36°

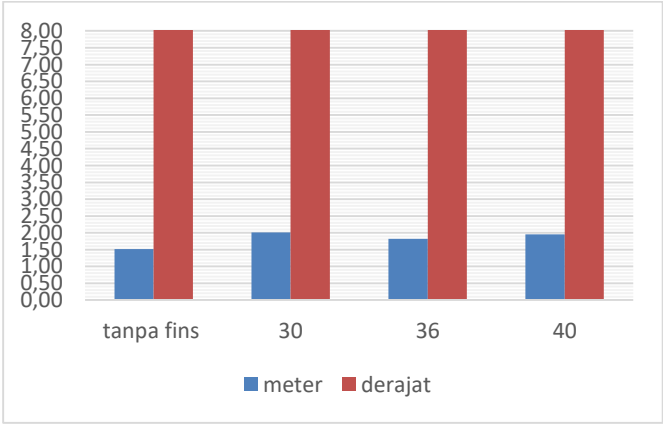
Item Name	Quantity	Weight t tonne	Long.Ar m m	Vert.Ar m m	Trans.Ar m m	FS Mom. tonne.m	FSM Type
Lightship	1	153,2	-34,929	1,009	0,000	0,000	
main engine 1	1	62,00	-18,130	4,200	1,000	0,000	
main engine 2	1	62,00	18,130	4,200	-1,000	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	0,800	0,000	
windlass 1	1	2,870	51,600	9,200	-0,800	0,000	
aux 1	1	17,80	7,800	3,800	-1,500	0,000	
aux 2	1	17,80	7,800	3,800	0,000	0,000	
aux 3	1	17,80	7,800	3,800	1,500	0,000	
FPT	0,9	21,45	54,147	4,659	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	3,151	43,587	0,978	0,000	0,000	max
FO STORAGE T 1 (P)	0,9	21,28	33,593	1,334	-0,920	0,000	max
FO STORAGE T 1 (S)	0,9	21,28	33,593	1,334	0,920	0,000	max
FO STORAGE T 2 (P)	0,9	20,78	27,630	1,365	-0,930	0,000	max
FO STORAGE T 2 (S)	0,9	20,78	27,630	1,365	0,930	0,000	max
FO SETTling T (P)	0,9	5,454	22,812	1,878	-2,634	0,000	max
FO SETTling T (S)	0,9	5,454	22,812	1,878	2,634	0,000	max
SEWAGE TANK	0,9	2,638	21,606	0,967	0,000	0,000	max
SLUDGE TANK	0,9	0,7215	18,010	0,921	0,000	0,000	max
BILGE TANK	0,9	0,6474	16,812	0,969	0,000	0,000	max
LO STORAGE T	0,9	1,372	15,076	1,043	0,000	0,000	max
OVER FLOW T	0,9	0,4694	13,230	1,128	0,000	0,000	max
FWT (P)	0,9	10,78	7,659	3,387	-3,319	0,000	max
FWT (S)	0,9	10,78	7,659	3,387	3,319	0,000	max
FO SERVICE T (P)	0,9	6,397	3,000	3,611	-3,353	0,000	max

FO SERVICE T (S)	0,9	6,397	3,000	3,611	3,353	0,000	max
	Total Weight=	480,2	LCG=- 1,344	VCG=2, 618	TCG=0, 000	0	
				FS corr.=0			
				VCG fluid=2, 618			

Tabel 9 Total nilai loadcase sudut 40°



Grafik 4 hasil sudut 40°



Grafik 4 grafik perbandingan nilai GZ (m)

BIODATA PENULIS



Penulis, **Gufron Herlambang** lahir di kota Tulungagung pada tanggal 02 April 1992. Merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis, memulai pendidikan formal yaitu di SDN 1 Kendalbulur Kecamatan Boyolangu Kabupaten Tulungagung kemudian melanjutkan di SMP Negeri 1 Kauman Kabupaten Tulungagung dan melanjutkan jenjang Sekolah Menengah Kejuruan di SMA Negeri 1 Kauman, penulis diterima di Progam Studi Diploma III Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya melalui program Bidikmisi dan terdaftar sebagai mahasiswa Teknik Permesinan Kapal dengan NRP 6311030042. Setelah lulus dari Diploma III penulis memilih untuk melanjutkan kuliah di tahap Strata 1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan yang terdaftar sebagai mahasiswa Lintas Jalur Angkatan 2014 Semester Genap dengan NRP. 4214106015 .

Gufron Herlambang

Ka17Gufron@gmail.com